



TESIS - RE 142541

KAJIAN PERENCANAAN PENGELOLAAN AIR  
LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM KOMUNAL  
DALAM MENCAPAI *UNIVERSAL ACCESS* DI KOTA  
SURABAYA (STUDI KASUS: KECAMATAN  
WONOCOLO)

**RO'DU DHUHA AFRIANISA**

NRP. 3314 202 003

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl. SE., MSc., PhD.

PROGRAM MAGISTER

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016



THESIS - RE 142541  
STUDY ON DOMESTIC WASTEWATER  
MANAGEMENT PLANNING WITH COMMUNAL  
SYSTEM FOR ACHIEVING UNIVERSAL ACCESS IN  
SURABAYA CITY (STUDY CASE: WONOCOLO  
DISTRICT)

**RO'DU DHUHA AFRIANISA**

NRP. 3314 202 003

SUPERVISOR

Ir. EDDY SETIADI SOEDJONO, Dipl. SE., MSc., PhD.

MAGISTER PROGRAM

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016



**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)  
di**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
oleh :**

**Ro'du Dhuha Afrianisa  
NRP. 3314202003**

**Tanggal Ujian : 22 Juli 2016  
Periode Wisuda : September 2016**

**Disetujui Oleh :**



**1. Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.  
NIP : 1960 03 08 1989 03 10 01**

**(Pembimbing)**



**2. Ir. Mas Agus Mardyanto, M.Eng., Ph.D.  
NIP : 1962 08 16 1990 03 10 04**

**(Penguji)**



**3. Dr. Ir. Mohammad Razif, M.M.  
NIP : 1953 05 02 1981 03 10 04**

**(Penguji)**



**4. Ipung Fitri Purwanti, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP : 1971 11 14 2003 12 20 01**

**(Penguji)**

**Direktur Program Pascasarjana,**



**Prof. Ir. Djauhar Manfaat, MSc., PhD  
NIP. 19601202 198701 1 001**

# **KAJIAN PERENCANAAN PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM KOMUNAL DALAM MENCAPI *UNIVERSAL ACCESS* DI KOTA SURABAYA (STUDI KASUS: KECAMATAN WONOCOLO)**

Nama Mahasiswa : Ro'du Dhuha Afrianisa  
NRP : 3314202003  
Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., MSc., PhD

## **ABSTRAK**

Isu mengenai 100% sanitasi yang layak pada tahun 2019 harus ditanggapi dengan serius (RPJMN 2015-2019). Sistem pengolahan air limbah terdesentralisasi lebih sesuai untuk daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi seperti Surabaya. Hingga tahun 2015, Kota Surabaya memiliki 2% KK dengan kondisi sanitasi tidak layak. Dalam membangun fasilitas yang layak, lebih diarahkan dalam sistem desentralisasi. Untuk itu perlu menganalisis perencanaan pengelolaan air limbah dengan sistem komunal (desentralisasi) di Kota Surabaya. Perencanaan pengelolaan dengan sistem komunal akan dikaji dalam penentuan pengolahan air limbah, anggaran biaya, peran serta masyarakat, serta kelembagaan.

Metode yang digunakan adalah diskriptif kualitatif, yaitu metode survei lapangan, wawancara, kemudian membandingkan kondisi eksisting dengan peraturan, standar dan norma yang berlaku dengan beberapa aspek yaitu aspek teknis, aspek pembiayaan aspek peran serta masyarakat dan kelembagaan. Metode survei lapangan dilakukan dengan datang keinstansi terkait, selanjutnya wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada petugas sanitasi dan kader lingkungan.

Berdasarkan hasil survey didapatkan sebanyak 42 lokasi IPAL di 12 kecamatan di Kota Surabaya yang dapat dibangun dengan sistem komunal sebanyak 2.975 KK. Kajian perencanaan pembangunan IPAL komunal dilakukan di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo dengan jumlah pemanfaat sebanyak 50 KK. Unit pengolahan menggunakan *anaerobic baffled reaktor* (ABR) memiliki dimensi 11,9m x 2m x 1,8m dengan biaya investasi sebesar Rp. 322.130.000,00. Biaya operasional per bulan yang dibutuhkan dalam pengelolaan IPAL sebesar Rp 499.750. Kemauan warga dalam membangun IPAL cukup tinggi sehingga pelibatan dalam perencanaan hingga pengoperasian harus diikutsertakan. Dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL demi terciptanya kesinambungan sarana yang ada maka perlu dibentuk organisasi yang selanjutnya disebut Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP).

**Kata Kunci:** *anaerobic baffled reactor*, bebas buang air besar sembarangan, Kota Surabaya, Sistem Komunal.



**STUDY ON DOMESTIC WASTEWATER MANAGEMENT  
WITH COMMUNAL SYSTEM FOR ACHIEVING UNIVERSAL  
ACCESS IN SURABAYA  
(STUDY CASE: DISTRICT WONOCOLO)**

Name	: Ro'du Dhuha Afrianisa
NRP	: 3314202003
Supervisor	: Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE., MSc., PhD.

**ABSTRACT**

The issues of proper sanitation has to be seriously considered. It has to be open defecation free (ODF) by 2019 (RPJMN 2015-2019). Off-site sanitation system is highly considered to be implemented in high density urban population like Surabaya City. By 2015, there was 2% households did not have proper sanitation in Surabaya. Currently, the implementation of domestic waste water management in Surabaya directed to off-site system. The implementation of communal system is going to be studied to determine the treatment system, cost, community partisipation, and institutional.

The method use in the study is qualitative descriptive, wich cover field survey, interview, and comparation existing condition with regulation, standart and norm. There are 4 aspects to be included in the study wich are technical, financial, community participation, and institutional. Field survey was conducted by visiting related institution to make an indepth interview with sanitation officer and environmental cadres

The result showed that there are 42 wastewater treatment plant (WWTP) in 12 districts have communal system with 2.975 households. The treatment plant were mainly anaerobic baffled reactor (ABR). The dimension of ABR is 11,9m x 2m x 1,8m. The investment and operational cost is IDR 322,130,000.00 and IDR 499,750.00 per month respectively. The community is very enthusiastic to participate in the construction of WWTP and they were involved from design up to the operation stage. For sustainable in operational and maintenance of wastewater treatment plant, it is required the user association from the local community.

**Keyword:** anaerobic baffled reactor, DEWATS, open defecation, surabaya city.

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan Penelitian .....	3
1.4    Manfaat Penelitian .....	3
1.5    Ruang Lingkup Penelitian .....	4
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Sanitasi.....	5
2.2    Pengelolaan Sanitasi di Indonesia.....	5
2.2.1    Kebijakan Sanitasi Di Indonesia.....	5
2.2.2    Permasalahan Sanitasi di Indonesia.....	7
2.3    Air Limbah Domestik .....	7
2.4    Profil Surabaya .....	8
2.4.1    Gambaran Kota Surabaya .....	8
2.4.2    Keadaan Pengolahan Limbah Domestik Kota Surabaya .....	9
2.5    Pengolahan Limbah Sistem <i>Offsite</i> .....	16
2.5.1    Decentralized wastewater treatment system (DEWATS) .....	16
2.5.2    Perbandingan Sistem Sentralisasi dan Desentralisasi.....	18
2.5.3    Kriteria Sistem Terpusat.....	19
2.5.4    Kriteria Lokasi Prasarana Air Limbah.....	20

2.6	Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik.....	20
2.7	Perhitungan Dimensi Pipa.....	22
2.8	Analisis <i>SWOT</i> .....	23
BAB 3	METODA PENELITIAN .....	27
3.1	Umum.....	27
3.2	Kerangka Penelitian .....	27
3.3	Tahapan Penelitian .....	30
3.3.1	Kondisi Realitas dan Kondisi Ideal.....	30
3.3.2	Studi Literatur .....	30
3.3.3	Pengumpulan Data Sekunder dan Primer .....	30
3.4	Analisis Pembahasan.....	33
3.5	Kesimpulan dan Saran.....	34
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Kondisi akses sanitasi masyarakat BABS .....	35
4.1.1	Lokasi Perencanaan Pembangunan Decentralized Wastewater Treatment (DEWATS).....	35
4.1.2	Pemilihan Teknologi Air Limbah .....	39
4.1.3	Perencanaan Pengolahan Air limbah Domestik di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo .....	42
4.2	Aspek Pembiayaan .....	73
4.2.1	Rencana Investasi Pengelolaan Air Limbah Domestik.....	73
4.2.2	Biaya Operasional dan Pemeliharaan Limbah Domestik .....	85
4.2.3	Analisis Manfaat Biaya .....	86
4.2.4	Sumber Pembiayaan.....	88
4.2.5	Rencana Investasi IPAL.....	92
4.3	Aspek Peran Serta Masyarakat.....	93
4.3.1	Identitas Responden .....	94
4.3.2	Pengetahuan pengolahan air limbah domestik.....	95

4.3.3	Perilaku Sanitasi .....	97
4.3.4	Kemauan mengolah air limbah domestik .....	98
4.4	Aspek Kelembagaan .....	100
4.4.1	Rencana Struktur Organisasi .....	101
4.4.2	Perumusan Strategi .....	102
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	115
5.1	Kesimpulan .....	115
5.2	Saran .....	115
DAFTAR PUSTAKA .....		ix



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu <i>Effluent</i> Limbah Domestik.....	6
Tabel 2. 2 Data Kecamatan dan Kelurahan yang masih Buang Air Besar Sembarangan tahun 2015.....	11
Tabel 4. 1 Lokasi rencana pembangunan DEWATS di daerah BABS Kota Surabaya .....	37
Tabel 4. 2 Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik .....	40
Tabel 4. 3 Konsentasi limbah domestik di Kota Surabaya .....	43
Tabel 4. 4. Proses pengolahan air limbah domestik.....	50
Tabel 4. 5 Debit Air Limbah tiap Jam.....	53
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Lumpur di Kompartemen Selama 2 Tahun .....	60
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Debit Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari.....	66
Sumber: Hasil perhitungan.....	66
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Volume Penggelontoran .....	68
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari.....	69
Sumber : Hasil perhitunganTabel 4. 10 Hasil Perhitungan Kecepatan Minimum Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari .....	69
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Penanaman Pipa .....	72
Tabel 4. 12 Jumlah Pipa RT 7 RW 2 Jemurwonosari .....	73
Tabel 4. 13 Jumlah Aksesoris Pipa Jemurwonosari.....	74
Tabel 4. 14 Dimensi Galian yang direncanakan .....	74
Tabel 4. 15 Dimensi Galian yang terpakai Jemurwonosari .....	74
Tabel 4. 16 BOQ Bongkar Paving Jemurwonosari .....	77
Tabel 4. 17 Volume galian pipa .....	78

Tabel 4. 18 BOQ Manhole .....	79
Tabel 4. 19 Pembongkaran Paving Dipakai Kembali.....	80
Tabel 4. 20 Galian Tanah Biasa.....	80
Tabel 4. 21 Pembuangan tanah lebih dari 150 m .....	81
Tabel 4. 22 Pemasangan Pipa Air Kotor PVC Ø 110mm .....	81
Tabel 4. 23 Pemasangan Pipa Air Kotor PVC Ø 160mm .....	81
Tabel 4. 24 Urugan Pasir Per m <sup>3</sup> .....	81
Tabel 4. 25 Urugan Tanah Dipadatkan Per m <sup>3</sup> .....	82
Tabel 4. 26 Pekerjaan Pemasangan Pipa .....	82
Tabel 4. 27 Pengadaan Pipa dan Aksesoris .....	83
Tabel 4. 28 Pengadaan Manhole.....	83
Tabel 4. 29 Pekerjaan Konstruksi Sumur Pengumpul .....	84
Tabel 4. 30 Pekerjaan Konstruksi <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> .....	84
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Rencana Investasi Pengelolaan Air Limbah Domestik .	85
Tabel 4. 32 Biaya Operasional dan Pemeliharaan .....	86
Tabel 4. 33 Perhitungan NPV .....	87
Tabel 4. 34 Porsi Pendanaan IPAL oleh Pemerintah, Swadaya dan Swasta per Kecamatan.....	92
Tabel 4. 35 Nilai Komponen Faktor Internal .....	108
Tabel 4. 36 Nilai Komponen Faktor Eksternal.....	109
Tabel 4. 37 Analisis Strategi Kelembagaan.....	111

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Kota Surabaya .....	9
Gambar 2. 2 Peta penyebaran wilayah buang air besar per kelurahan di Kota Surabaya .....	10
Gambar 2. 3 Grafik jumlah KK BABS di Kota Surabaya .....	15
Gambar 2. 4 Fenomena masyarakat buang air besar di Kali Jagir .....	16
Gambar 2. 5 Grafik Hidraulik untuk Pipa Air Buangan .....	23
Gambar 2. 6 Kuadran Analisis <i>SWOT</i> .....	24
Gambar 3.1 Kerangka penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Peta Lokasi pembangunan IPAL Jemurwonosari RT 7 RW 2.....	43
Gambar 4. 2 Faktor penyisihan COD dalam <i>settler</i> .....	44
Gambar 4. 3 Faktor rasio penyisihan BOD dalam <i>settler</i> .....	45
Gambar 4. 4 Faktor penyisihan BOD berdasarkan overloading organik .....	46
Gambar 4. 5 Faktor penyisihan BOD dengan konsentrasi BODin .....	46
Gambar 4. 6 Faktor penyisihan COD berdasarkan temperatur .....	47
Gambar 4. 7 Persentase penyisihan COD berdasarkan HRT .....	47
Gambar 4. 8 Neraca masa sebelum dan setelah pengolahan air limbah .....	49
Gambar 4. 10 Persentase Removal TSS dan BOD di <i>settler</i> .....	57
Gambar 4. 11 Faktor Reduksi Volume Lumpur Selama Penyimpanan .....	58
Gambar 4. 12 Persentase Removal TSS dan BOD di kompartemen .....	59
Gambar 4. 13 Tipikal Galian Pipa Air Limbah.....	74
Gambar 4. 14 Ilustrasi Gambar Penanaman Pipa.....	75
Gambar 4. 15 Persentase jenis kelamin responden di Kelurahan Jemurwonosari	94
Gambar 4. 16 Persentase jenis pekerjaan responden di Kelurahan Jemurwonosari .....	95

Gambar 4. 17 Persentase penghasilan perbulan responden di Kelurahan Jemurwonosari .....	95
Gambar 4. 18 Persentase pengetahuan dampak BABS di Kelurahan Jemurwonosari .....	96
Gambar 4. 19 Persentase pengetahuan mengenai IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari .....	96
Gambar 4. 20 Persentase kepemilikan jamban dan saluran akhir pembuangan tinja di Kelurahan Jemurwonosari .....	97
Gambar 4. 21 Persentase kesediaan warga dalam pembangunan IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari.....	98
Gambar 4. 22 Persentase sumber dana yang diharapkan warga dalam pembangunan IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari .....	99
Gambar 4. 23 Persentase kesediaan mengelola IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari .....	99
Gambar 4. 24 Rencana Bagan Organisasi .....	101
Gambar 4. 25 Posisi Lembaga dalam Kuadran Hasil Analisis SWOT .....	111

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berakhirnya era *Millenium Development Goals* (MDGs) memunculkan pemikiran untuk kembali mencari tujuan pembangunan yang disepakati secara internasional. *Sustainable Development Goals* (SDGs) sebagai salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan akan menjadi acuan dalam perundingan negara-negara dunia untuk melanjutkan pembangunan pasca *Millenium Development Goals* (MDGs) yang telah berakhir pada tahun 2015 (Fauzi dan Oxtavianus, 2014). Salah satu pilar dalam pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan sarana prasarana lingkungan, yang mana salah satunya merupakan pembangunan akses sanitasi untuk air limbah.

Isu sanitasi mengenai sanitasi yang layak sudah menjadi hal yang wajib untuk ditanggapi, mengingat Indonesia pada tahun 2019 harus mencapai target *universal access* sesuai dengan RPJMN 2015-2019 (Bappenas, 2015). Artinya, tahun tersebut setiap masyarakat Indonesia baik yang tinggal di perkotaan maupun kawasan perdesaan sudah memiliki akses 100% terhadap fasilitas sanitasi layak dan terbebas dari buang air besar sembarangan (ODF). Indikator 100% yang dimaksud ialah, Indonesia bisa memenuhi 85% Standar Pelayanan Minimum (SPM) dan 15% memenuhi kebutuhan dasar. Sesuai dengan sistem penyediaan akses dan peningkatan kualitas sistem pengolahan air limbah terbagi menjadi sistem setempat (*onsite*) dan sistem terpusat (*offsite*). Standar pelayanan minimum yang dimaksud adalah kepemilikan jamban dengan tangki septik (*onsite*), sedangkan untuk kebutuhan dasar pengolahan limbah dengan IPAL terpusat. Oleh karena itu perlunya masing-masing Pemerintah Daerah di semua kabupaten/kota dapat melaksanakan hal-hal yang dapat memenuhi target *universal access*.

Kebijakan tersebut ditegaskan oleh Walikota Surabaya melalui surat edaran walikota no. 443/310/436.6.3/2015, bahwa dalam rangka percepatan target MDG's diperlukan perubahan perilaku *hygiene* sanitasi melalui Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) yang dapat mencegah penularan penyakit melalui lingkungan

yang tidak sehat. Untuk itu himbauan kepada masyarakat Kota Surabaya diantaranya menggunakan jamban sehat untuk buang air besar, tidak membuang tinja dengan menyalurkan ke sungai, tambak maupun selokan, mewujudkan lingkungan yang bersih, sehat dan menuju Kelurahan Stop Buang Air Besar Sembarangan.

Beberapa tahun terakhir, program pembangunan fasilitas sanitasi khususnya fasilitas penyediaan sarana pengolahan air limbah lebih diarahkan pada sistem terpusat (*offsite system*) skala komunal dengan sistem pengelolaan terdesentralisasi atau lebih dikenal dengan *Decentralized Wastewater Treatment system* (DEWATS) karena dianggap lebih sesuai digunakan di negara-negara berkembang dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti di Indonesia (Afandi dkk, 2013).

Surabaya merupakan salah satu kota yang mendukung program pembangunan fasilitas sanitasi khususnya penyediaan sarana pengolahan air limbah dengan sistem desentralisasi. Hal tersebut dituangkan dalam memorandum program sektor sanitasi 2012-2016 yang menjelaskan bahwa penyediaan sistem sanitasi pengolahan limbah domestik terpusat (*offsite system*) diharapkan dapat lebih meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Secara bertahap sistem sanitasi pengolahan limbah domestik tersebut akan ditingkatkan menjadi sistem komunal yang terintegrasi dengan sistem sanitasi pengolahan limbah domestik perkotaan.

Dalam EHRA Kota Surabaya (2010) fasilitas BAB yang banyak digunakan di Kota Surabaya adalah jamban siram/ leher angsa yang disalurkan ke tangki septik yaitu sekitar 90% (Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya, 2010). Menurut data Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015), jumlah rumah yang masih membuang air besar sembarangan sebesar 15.958 sambungan rumah (SR). Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo masih memiliki buang air besar sembarangan sebanyak 202 sambungan rumah yang memiliki jamban hanya tidak memiliki pengolahan air limbah. Air limbah yang berasal air saluran kamar mandi disalurkan menuju saluran air secara langsung.

Dalam mencapai *universal access* tahun 2019 sesuai SDGs, diperlukan kajian mengenai pengolahan air limbah domestik untuk mengurangi jumlah sambungan rumah yang masih BABS dengan sistem komunal atau desentralisasi. Menurut Gutterer dkk (2009) menjelaskan bahwa sistem desentralisasi mencakup



beberapa pendekatan, tidak hanya secara teknis, aspek pembiayaan, aspek kelembagaan peran serta masyarakat setempat perlu dipertimbangkan. Untuk itu perencanaan ini tidak terlepas dari pengkajian dari aspek teknis, pembiayaan dan peran serta masyarakat dan kelembagaan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan bahwa terdapat 2% warga Kota Surabaya yang masih buang air besar sembarangan. Saat ini penanganan pengolahan air limbah domestik diarahkan secara *offsite* (komunal). Namun tidak semua daerah dapat dilayani dengan sistem komunal. Perlu dilakukan upaya untuk menentukan lokasi pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal, sehingga dapat diketahui jumlah keluarga yang dapat menggunakan pengolahan ini. Salah satu kecamatan yang masih memiliki jumlah keluarga yang masih buang air besar sembarangan ialah Kecamatan Wonocolo (Kelurahan Jemurwonosari). Untuk itu perlunya mengkaji pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal dalam aspek teknis dan aspek pembiayaan, peran serta masyarakat dan kelembagaan.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal pada daerah yang masih buang air besar sembarangan (BABS) di Kota Surabaya.
2. Mengkaji perencanaan pembangunan pengolahan air limbah dengan sistem komunal di Kecamatan Wonocolo (Kelurahan Jemurwonosari) secara teknis, pembiayaan, peran serta masyarakat dan kelembagaan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Memberikan informasi bagi instansi terkait mengenai perencanaan program percepatan sanitasi perkotaan di Kota Surabaya dan memberikan alternatif pengolahan dengan sistem komunal.

## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian berada di area Kota Surabaya yang masih buang air besar sembarangan dan Kecamatan Wonocolo (Kelurahan Jemurwonosari) merupakan daerah yang digunakan untuk contoh perhitungan pada aspek teknis serta pembiayaan.
2. Program yang dikaji adalah sistem desentralisasi (komunal) di Kota Surabaya dengan jumlah sambungan rumah sebanyak 40-100 KK.
3. Aspek yang ditinjau adalah aspek teknis, pembiayaan, dan peran serta masyarakat.
4. Aspek teknis yang dikaji adalah lokasi sistem desentralisasi (komunal), kapasitas IPAL meliputi unit pengolahan dan dimensi unit.
5. Aspek pembiayaan meliputi sumber dana dan anggaran biaya.
6. Aspek peran serta masyarakat meliputi kemauan masyarakat dalam pembangunan pengolahan limbah domestik dengan sistem komunal.
7. Aspek kelembagaan meliputi perencanaan struktur dan tugas pengelola IPAL.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sanitasi**

Sanitasi merupakan suatu perjalanan panjang, yang mana sampai saat ini menjadi agenda dunia dan urusannya untuk kesejahteraan masyarakat. Menurut WHO sanitasi merupakan suatu usaha pengendalian terhadap seluruh faktor-faktor fisik, kimia dan biologi dalam lingkungan hidup manusia, yang menimbulkan suatu kerusakan atau tergantungnya perkembangan dan kesehatan baik fisik, mental, maupun sosial, serta keberlangsungan hidup manusia. Menurut Mangkoediharjo (2010), sanitasi lingkungan adalah suatu intervensi memotong siklus rantai penyakit manusia.

#### **2.2 Pengelolaan Sanitasi di Indonesia**

##### **2.2.1 Kebijakan Sanitasi Di Indonesia**

Sanitasi di Indonesia didefinisikan sebagai upaya membuang air limbah cair domestik dan sampah untuk menjamin kebersihan dan lingkungan hidup sehat, baik tingkat rumah tangga maupun di lingkungan perumahan. Kebijakan sanitasi di Indonesia tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2015-2025 dalam kebijakan tersebut tidak menunjukkan adanya kekurangan jika dibandingkan dengan kebijakan sanitasi di negara berkembang lainnya. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah disebutkan pada pasal 13 bahwa pengendalian pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi aspek pencegahan, penanggulangan dan pemulihan dilaksanakan oleh pemerintah, pemerintah daerah, dan penanggung jawab usaha dan atau kegiatan sesuai kewenangan, peran, dan tanggung jawab masing-masing. Dalam pasal 20 disebutkan bahwa setiap orang diperbolehkan membuang limbah dengan syarat harus memenuhi baku mutu lingkungan hidup dan mendapat ijin dari Menteri, Gubernur, atau Bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

Peraturan mengenai pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air dijabarkan pada Peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001. Pada pasal 8 klasifikasi mutu air dibagi menjadi 4, yakni:

1. Kelas I: air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku minum atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II: air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, pengairan taman, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas III: air yang peruntukannya untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, dan penyiraman taman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang memiliki kegunaan sama.
4. Kelas IV: air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan.

Dalam pasal 8 ditegaskan bahwa setiap penanggungjawab usaha dan/atau kegiatan permukiman, rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan dan apartement wajib:

1. Melakukan pengolahan air limbah sehingga mutu air limbah yang melebihi baku mutu tidak mencemari lingkungan.
2. Membuat saluran pembuangan air limbah tertutup dan kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan.
3. Membuat sarana pengambilan sampel pada *outlet* unit pengolahan air limbah.

Dalam melindungi kualitas lingkungan Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013 menjelaskan mengenai baku mutu air limbah yang memiliki kadar maksimum seperti yang tercantum pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Baku Mutu *Effluent* Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH	-	6-10
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	50

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
TSS	mg/L	50
Lemak dan Minyak	mg/L	10

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Timur, 2013

Adanya peraturan yang telah dibuat oleh pemerintah, tidak menjamin bahwa sanitasi di Indonesia sudah baik. Indikasi buruknya sanitasi di Indonesia disebabkan oleh lemahnya kebijakan pemerintah pada implementasi lapangan. Kelemahan itu terjadi karena kebijakan perencanaan pembangunan sanitasi tidak terpadu, tidak tepat sasaran, tidak sesuai kebutuhan, kurangnya perhatian masyarakat pada perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dan rendahnya masyarakat terhadap kepedulian lingkungan, sehingga pembangunan sanitasi hanya pada tataran pembangunan fisik. Menurut Unicef dan WHO (2010), akses masyarakat terhadap sanitasi di Indonesia berada pada urutan ke dua terbawah setelah Kamboja, yaitu 52% sedang Kamboja 29%.

### 2.2.2 Permasalahan Sanitasi di Indonesia

Irmaphuthra (2010), mengatakan bahwa tantangan terbesar permasalahan sanitasi di Indonesia adalah budaya dan perilaku penduduk yang masih suka buang air besar sembarangan (BABS). Faktor ekonomi, kebiasaan sulit diubah, pendidikan yang relatif rendah dari masyarakat sangat berpengaruh terhadap pola hidup masyarakat. Perilaku hidup bersih dan sehat belum menjadi kebutuhan untuk beberapa masyarakat. Beberapa permasalahan yang terjadi adalah komitmen yang rendah dari pemerintah daerah terhadap pembangunan sanitasi, belum tersedianya pendekatan pembangunan sanitasi terpadu dan sinergis, terbatasnya pilihan teknologi sanitasi berbasis masyarakat, serta terbatasnya akses masyarakat terhadap *suplay* sanitasi.

## 2.3 Air Limbah Domestik

Sumber air limbah domestik berasal dari kawasan perumahan atau perdagangan tentunya dengan mempertimbangkan kepadatan penduduk yang ada serta jumlah rata-rata limbah yang dibuang tiap orang. Menurut Metcalf and Eddy (1979), rumah pada umumnya menghasilkan limbah domestik antara 190-350

L/unit/hari. Karakteristik limbah cair rumah tangga (Soedjono dkk, 2010) dibedakan menjadi *grey water* dan *black water*. *Black water* dihasilkan dari jamban rumah tangga.

## **2.4 Profil Surabaya**

### **2.4.1 Gambaran Kota Surabaya**

Kota Surabaya berada di wilayah Provinsi Jawa Timur, secara geografis Kota Surabaya Terletak pada garis lintang selatan antara  $7^{\circ}9' - 7^{\circ}21'$  dan  $112^{\circ}36' - 112^{\circ}57'$  Bujur Timur. Luas wilayah Kota Surabaya 33,048 Ha dan luas wilayah laut yang dikelola oleh pemerintah kota sebesar 19,039 Ha. Secara umum keadaan topografi Kota Surabaya memiliki ketinggian tanah berkisar antara 0-20 meter di atas permukaan air laut. Berdasarkan kondisi fisik dan lingkungannya, perairan Surabaya tidak berada pada jalur sesar aktif ataupun berhadapan langsung dengan samudra sehingga “relatif aman” dari bencana alam.

Kawasan terbangun di wilayah Kota Surabayameliputi hampir 2/3 dari seluruh luas wilayah. Secara relatif konsentrasi perkembangan fisik kota berada dikawasan pusat kota dan membujur dari kawasan utara hingga selatan. Secara umum perkembangan fisik didominasi oleh pembangunan kawasan perumahan *real estate* dan fasilitas perniagaan. Proporsi penggunaan lahan di Kota Surabaya menunjukkan area perumahan sebesar 42%, area yang berupa sawah dan tegalan sebesar 16,26%, area tambak sebesar 15,2%, area penggunaan kegiatan jasa dan perdagangan sebesar 10,76%, area untuk industri sebesar 07,3% dan lahan yang masih kosong sebesar 5,5%.

Kawasan perumahan berupa kampung terkonsentrasi di area pusat kota, sedangkan perumahan *real estate* tersebar di kawasan barat, timur dan selatan kota. Areal sawah terdapat pada kawasan barat dan selatan kota. Areal tambak berada di kawasan timur kota.





Sumber: Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya (2015)  
Gambar 2. 1Peta Kota Surabaya

#### 2.4.2 Keadaan Pengolahan Limbah Domestik Kota Surabaya

Menurut Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (2010) dalam laporan EHRA 2010, jumlah kepemilikan jamban di Kota Surabaya sudah mencapai 92,15% dan hanya 7,85% yang tidak memiliki jamban. Fasilitas BAB yang banyak digunakan di Kota Surabaya adalah jamban siram/ leher angsa yang disalurkan ke tangki septik yaitu sekitar 90%, sementara rumah tangga dengan jamban siram/leher angsa yang disalurkan ke pipa pembuangan sebesar 7% dan sebesar 1% adalah jamban non-siram tanpa leher angsa ke tangki septik.

Secara umum Kota Surabaya menerapkan konsep pengelolaan air limbah sistem *onsite*, yaitu pengolahan air limbah dari suatu unit rumah dengan sistem cubluk atau tangki septik yang ditempatkan pada kapling rumah itu sendiri. Air limbah domestik yang diolah dalam tangki septik atau cubluk biasanya hanya *blackwater* saja. Sementara *greywater* akan dibuang masyarakat ke saluran drainase terdekat. Berdasarkan jumlah sarana sanitasi yang diperiksa dimasing-masing Puskesmas dapat disimpulkan bahwa, penduduk yang sudah terlayani oleh sistem prasarana sanitasi diperkirakan sebanyak 176.105 KK atau sekitar 26,95% jumlah penduduk kota yang sudah menggunakan sarana sanitasi, dengan rincian yang menggunakan jamban keluarga sebanyak 176.105 unit dan MCK sebanyak 437 unit (Buku Putih Sanitasi Kota Surabaya, 2010). Hal tersebut menunjukkan kondisi kepemilikan jamban masih sangat minim. Pengolahan lumpur tinja

dilakukan di IPLT Keputih. Berdasarkan hasil Studi *Environmental Health Risk Assessment*(EHRA, 2010) Kota Surabaya terdapat beberapa area beresiko tinggi terhadap kesehatan lingkungan yang dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam penentuan prioritas pembangunan yang terkait dengan penyehatan lingkungan dan permukiman. Kementrian kesehatan (2014) dalam data sanitasi total berbasis masyarakat telah menganalisis kepemilikan jamban di Kota Surabaya. Hingga tahun 2014, Kota Surabaya masih belum bebas buang air besar sembarangan (BABS). Data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015) menyebutkan bahwa sebanyak 20 kelurahan di Kota Surabaya yang sudah terbebas dari buang air besar sembarangan, 20 kelurahan menuju bebas dari buang air besar sembarangan, dan 123 kelurahan masih buang air besar sembarangan. Peta wilayah penyebaran bebas buang air besar dapat dilihat pada Gambar 2.2, dimana kelurahan yang berwarna biru merupakan kelurahan yang telah terverifikasi dari buang air besar sembarangan. Warna kuning adalah kelurahan yang masih belum terverifikasi namun sudah terlepas dari buang air besar sembarangan, sedangkan warna hijau merupakan kelurahan yang belum terbebas dari buang air besar sembarangan. Guna mengetahui jumlah sambungan rumah yang masih buang air besar sembarangan dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Sumber: Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2015

Gambar 2. 2Peta penyebaran wilayah buang air besar per kelurahan di Kota Surabaya

Tabel 2. 2 Data Kecamatan dan Kelurahan yang masih Buang Air Besar  
Sembarangan tahun 2015

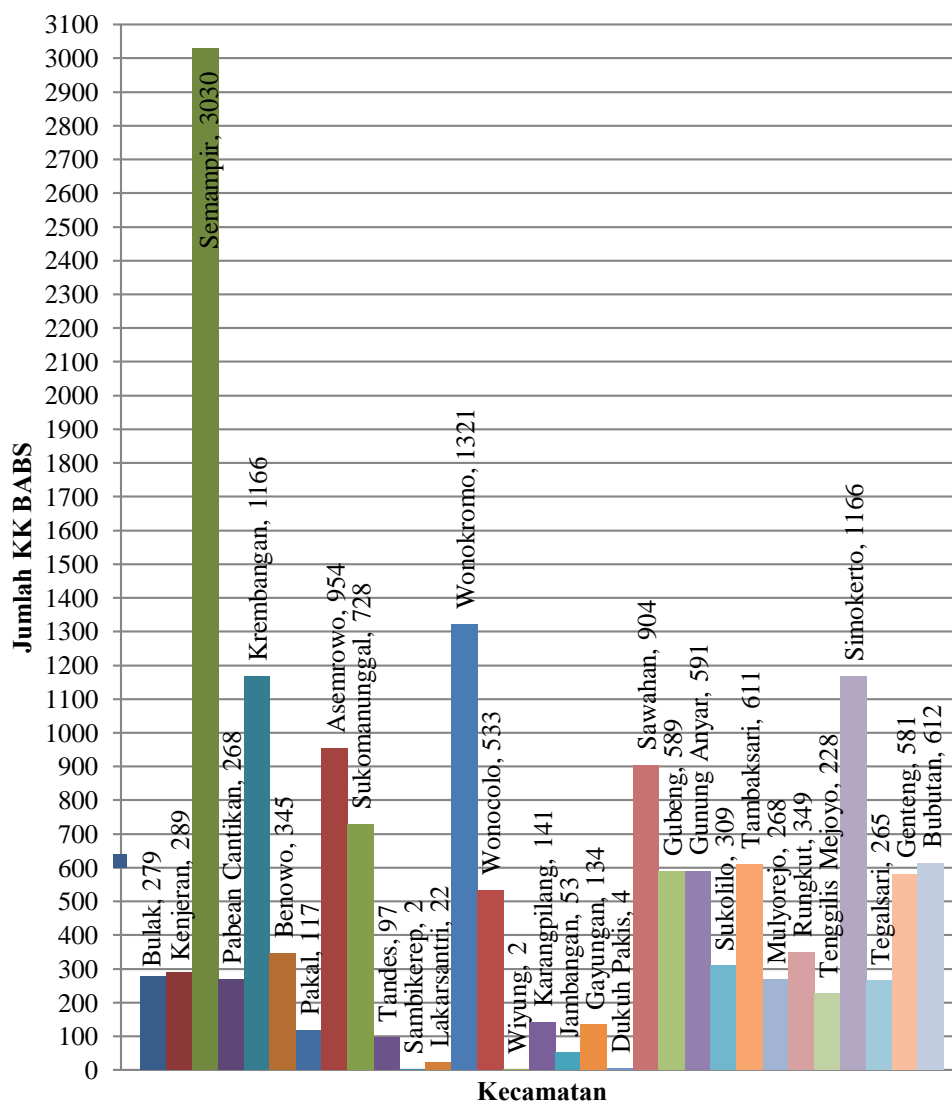
No	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kecamatan
Surabaya Utara				
1	Bulak	Kenjeran	55	279
		Bulak	3	
		Kedung Cowek	153	
		Sukolilo Baru	68	
2	Kenjeran	Tanah Kali Kedinding	55	289
		Bulak Banteng	173	
		Tambak Wedi	61	
3	Semampir	Pegirian	329	3030
		Ujung	293	
		Sidotopo	1316	
		Ampel	910	
		Wonokusumo	182	
4	Pabean Cantikan	Perak Timur	196	268
		Nyamplungan	8	
		Krembangan Utara	31	
		Bongkaran	16	
		Perak Utara	17	
5	Krembangan	Krembangan Selatan	80	1166
		Kemayoran	76	
		Dupak	318	
		Morokrembangan	692	
Surabaya Barat				
6	Benowo	Romo Kalisari	20	345
		Tambak Osowilangon	325	
7	Pakal	Babat Jerawat	55	117
		Sumberejo	62	
8	Asemrowo	Asemrowo	150	954
		Genting Kalianak	304	
		Tambak Sariroso	500	
9	Sukomanunggal	Tanjungsari	24	728
		Putat Gede	49	
		Simomulyo Baru	104	
		Simomulyo	119	
		Sukomanunggal	432	
10	Tandes	Manukan Wetan	50	97

No	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kecamatan
		Banjarsugihan	8	
		Tandes	17	
		Karangpoh	22	
11	Sambikerep	Lontar	2	2
		Jeruk	5	
12	Lakarsantri	Lidah Kulon	2	22
		Lidah Wetan	12	
		Bangkingan	3	
<b>Surabaya Selatan</b>				
		Jagir	222	
		Darmo	269	
13	Wonokromo	Sawonggaling	126	1321
		Wonokromo	230	
		Ngagelrejo	319	
		Ngagel	155	
		Jemurwonosari	202	
14	Wonocolo	Sidosermo	21	582
		Bendulmeris	197	
		Margorejo	152	
15	Wiyung	Jajar Tunggal	2	2
16	Karangpilang	Karang Pilang	137	141
		Waru Gunung	4	
17	Jambangan	Kebonsari	3	53
		Pagesangan	50	
		Gayungan	31	
18	Gayungan	Ketintang	86	134
		Dukuh Menanggal	17	
19	Dukuh Pakis	Dukuh Kupang	4	4
		Sawahan	176	
		Petemon	279	
20	Sawahan	Putat Jaya	260	904
		Kupang Krajan	36	
		Pakis	153	
<b>Surabaya Timur</b>				
		Pucangsewu	30	
		Kertajaya	267	
21	Gubeng	Barata Jaya	3	589
		Mojo	193	
		Gubeng	19	
		Airlangga	77	

No	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kecamatan
22	Gunung Anyar	Gunung Anyar	121	591
		Gunung Anyar Tambak	160	
		Rungkut Menanggal	76	
		Rungkut Tengah	234	
23	Sukolilo	Menur Pumpungan	12	309
		Nginden Jangkungan	24	
		Klampis Ngasem	36	
		Gebang Putih	46	
		Keputih	91	
		Medokan Semampir	100	
24	Tambaksari	Rangkah	74	611
		Ploso	2	
		Pacar Keling	77	
		Pacar Kembang	91	
		Kapasmadya Baru	367	
25	Mulyorejo	Mulyorejo	45	268
		Kejawen Putih Tambak	17	
		Manyar Sabrangan	66	
		Kalisari	36	
		Sutorejo	104	
26	Rungkut	Kalirungkut	105	349
		Rungkut kidul	16	
		Kedung Baruk	46	
		Medokan Ayu	29	
		Penjaringansari	51	
		Wonorejo	102	
27	Tenggilis Mejoyo	Tenggilis	118	228
		PanjangJiwo	36	
		Kendangsari	64	
		Kutisari	10	
Surabaya Pusat				
28	Simokerto	Tambakrejo	369	1166
		Simokerto	503	
		Kapasan	89	
		Simolawang	85	
		Sidodadi	120	
29	Tegalsari	Kedungdoro	20	265
		Tegalsari	31	
		Dr. Soetomo	138	
		Keputran	6	

No	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kelurahan	Jumlah Rumah BAB per Kecamatan
30	Genteng	Wonorejo	70	581
		Peneleh	81	
		Genteng	101	
		Kapasari	348	
		Ketabang	17	
		Embong Kaliasin	34	
31	Bubutan	Tembok Dukuh	300	612
		Jepara	291	
		Alon Cantong	21	
Total				15.958

Sumber: Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2015





### Gambar 2. 3 Grafik jumlah KK BABS di Kota Surabaya

Berdasarkan data Dinas kesehatan Kota Surabaya, beberapa kelurahan masih memiliki banyak sambungan rumah yang masih *open defecation* (OD). Pada tabel 2.1 terlihat bahwa Kecamatan Semampir memiliki jumlah banyak dalam jumlah rumah yang masih OD, yaitu sebesar 3030 SR. Pada Gambar 2.2 terlihat bahwa beberapa kelurahan telah dinyatakan *open defecation free* (ODF) dan kelurahan yang masih OD masih tersebar diseluruh Kota Surabaya.

Memorandum Program Sektor Sanitasi 2012-2016, menjelaskan bahwa sebagian besar perumahan di Kota Surabaya mengandalkan sistem sanitasi setempat (*onsite*). Sistem sanitasi tersebut meliputi tangki septik, sumur resapan, serta jamban. Berdasarkan hasil pengambilan sampel jamban keluarga di wilayah Kota Surabaya, dapat diketahui bahwa kepemilikan jamban keluarga adalah sebesar 96.1 %.

Hasil studi EHRA yang dilakukan ulang pada tahun 2015 menunjukkan persentase penyaluran buangan akhir tinja pada tahun 2015 di Kota Surabaya yaitu: 85.4% menuju ke tangki septik, 8% menuju ke pipa *sewer*, 3% menuju saluran drainase/sungai/ danau/pantai, 8,6% tidak tahu akhir pembuangan tinja (EHRA, 2015).

Salah satu upaya pemerintah Surabaya dalam pengelolaan limbah domestik melalui program USRI dengan membangun sarana pengolahan limbah secara komunal di beberapa lokasi. IPAL Komunal. IPAL Komunal yang telah dibangun sejak tahun 2011 adalah kombinasi IPAL Komunal dan mandi, cuci, dan kakus (MCK) serta IPAL komunal dengan perpipaan. Jumlah penerima manfaat untuk MCK komunal sebanyak 4.517 jiwa dari tahun 2011-2014, untuk penerima manfaat kombinasi IPAL komunal dengan MCK sebanyak 4.579 jiwa. Pembangunan IPAL komunal dengan perpipaan beroperasi pada tahun 2013 dengan penerima manfaat sebanyak 2.071 jiwa hingga tahun 2014. Dari jumlah penerima manfaat dapat diketahui sistem pengolahan limbah domestik secara desentralisasi hanya mencapai 0,37%.



Gambar 2. 4 Fenomena masyarakat buang air besar di Kali Jagir

Perilaku di salah satu masyarakat di sekitar Kali Jagir Surabaya masih melakukan buang air besar sembarangan. Tidak hanya untuk buang air besar namun kegiatan mandi dan cuci juga dilakukan di tempat yang sama. Kejadian tersebut membuktikan bahwa Kota Surabaya masih memiliki masyarakat yang membutuhkan akses sanitasi yang layak.

## 2.5 Pengolahan Limbah Sistem *Offsite*

### 2.5.1 Decentralized wastewater treatment system (DEWATS)

Sistem pengelolaan air limbah berbasis masyarakat (di kawasan peri-urban dan perdesaan), di Indonesia telah dikembangkan sistem sanitasi berbasis masyarakat yang juga dikenal sebagai DEWATS yang diprakarsai oleh WSP-EPA bekerja sama dengan Kementrian Pekerjaan Umum, Borda (LSM Jerman), dan LSM lokal. Sistem seperti ini memiliki IPAL sendiri yang umumnya menggunakan teknologi *anaerobic baffled reactor*, yang terkadang menggunakan digester untuk koleksi biogas dari *black water* yang dihasilkan. Dalam tahun-tahun terakhir, ratusan sistem sanitasi berbasis masyarakat ini telah dibangun untuk menyediakan layanan sanitasi terpusat dan setempat bagi masyarakat berpenghasilan rendah di pinggiran perkotaan. Sistem sanitasi ini mampu melayani 50 hingga 200 kepala keluarga di daerah.

Menurut Prihardrijanti dan Firdayati (2011) sistem desentralisasi lebih sesuai diterapkan di kota-kota di Indonesia karena di samping lebih menguntungkan

dari sisi pengoperasian dan pemeliharaan juga menjadi solusi bagi daerah dengan kepadatan yang tinggi. Hal tersebut didukung oleh Parkinson dan Tayler (2003) yang menyatakan bahwa pengelolaan air limbah dengan sistem desentralisasi lebih sesuai diterapkan di daerah peri-urban karena di samping biaya investasi lebih murah dibandingkan dengan sistem sentralisasi, juga memberikan peluang untuk meningkatkan keterlibatan stakeholder secara luas dalam pengambilan keputusan dan perencanaan. Pengolahan air limbah terpusat tentunya sangat berbeda dengan sistem setempat terutama dalam hal pengelolaannya. Pengelolaan air limbah setempat cenderung tidak dikelola dengan baik karena lebih menjadi tanggung jawab individu saja, sehingga tidak ada jaminan terhadap kualitas effluent air limbahnya. Menurut Soedjono dkk (2010), pengolahan sistem setempat seperti teknologi tangki septik yang ada di masyarakat pada umumnya jarang dikuras setelah lebih dari 15 tahun beroperasi, ini mengindikasikan adanya kebocoran dalam tangki tersebut. Sedangkan pengolahan air limbah terpusat membutuhkan pengelolaan khusus dan terencana mulai dari kapasitas kelembagaan, partisipasi masyarakat penerima manfaat serta upaya pemeliharaannya. Massoud dkk (2010) menyatakan bahwa efektifitas pengelolaan limbah terpusat yang terdesentralisasi sangat dipengaruhi oleh sistem operasional dan perawatan instalasi pengolah limbah, faktor sumber daya manusia yang meliputi kemauan dan kemampuan masyarakat, faktor ekonomi serta komitmen kebijakan politik suatu daerah.

Berbagai penelitian tentang pengelolaan air limbah domestik baik di Indonesia, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Agustina (2010) di Kawasan Pekapuran Raya di Kota Banjarmasin menunjukkan bahwa meskipun pengelolaan air limbah tidak dikelola oleh masyarakat langsung, melainkan oleh Perusahaan Daerah Pengelola Air Limbah (PD PAL), aspek sosial dan ekonomi menjadi faktor penting dalam keberhasilan pengelolaan air limbah, aspek sosial tersebut meliputi tingkat pengetahuan masyarakat, perilaku/kebiasaan masyarakat, persepsi masyarakat. Selain itu, pemilihan teknologi yang tepat dan sesuai bagi masyarakat menjadi faktor penting dalam keberhasilan program penyediaan sarana pengolahan air limbah. Hal ini berkaitan erat dengan ketersediaan biaya investasi dan kemudahan dalam pengoperasian serta pemeliharaannya. Teknologi yang dapat

diterima masyarakat adalah teknologi yang dianggap sederhana, murah dan ramah lingkungan.

Salah satu lokasi yang menggunakan sistem *desentralized* adalah Dusun Karangwetan, Desa Pundungsari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul telah menggunakan menggunakan tipe IPAL Komunal dengan menggunakan Sanitasi Fabrikasi (SANFAB) berbahan fiber. Sistem pengolahan IPAL Komunal tersebut terdiri atas bak pengendapan (*Settler*), ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*) dan AF (*Anaerobic Filter*) yang semua proses pengolahan tersebut merupakan pengolahan yang bersifat anaerobik (Handoko, 2015).

### **2.5.2 Perbandingan Sistem Sentralisasi dan Desentralisasi**

West (2001) menjelaskan bahwa sistem pengolahan air limbah terpusat memerlukan pengumpulan dan pengolahan dengan proses yang canggih untuk pengumpulan, pengolahan dan jumlah debit air limbah yang besar. Dengan demikian, pembangunan sistem pengolahan terpusat untuk masyarakat pedesaan atau daerah pinggiran kota di negara-negara berpenghasilan rendah akan mengakibatkan beban utang untuk rakyat (Seidenstat et al., 2003). Namun, tidak selamanya pilihan SPAL (sistem terpusat) jatuh pada kawasan dengan kemampuan ekonomi tinggi. Sebaliknya, kondisi sanitasi yang buruk di daerah berpenduduk padat, berpenghasilan kecil, dan berisiko kesehatan tinggi telah memberikan argumen yang kuat (Soedjono dkk, 2010). Sistem terpusat, tidak membutuhkan partisipasi dan kesadaran masyarakat (USEPA, 2004). Namun, untuk mengumpulkan dan mengolah air limbah tersebut, pengolahan air limbah terpusat memerlukan pompa dan pipa bahan dan energi, sehingga meningkatkan biaya sistem (Wilderer dan Schreff, 2000).

Sistem pengolahan air limbah komunal atau *cluster* dirancang untuk beroperasi pada skala kecil (USEPA, 2004). Sistem pengolahan komunal tidak hanya mengurangi dampak terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat tetapi juga meningkatkan kualitas air limbah. Ketika digunakan secara efektif, pengolahan dengan sistem komunal dapat mengembalikan air limbah sesuai dengan kualitas yang dibutuhkan oleh badan air. Selain itu, sistem komunal dapat digunakan sesuai kebutuhan dasar, sehingga menghindari pelaksanaan mahal dari sistem pengolahan

terpusat. Tidak seperti sistem pengolahan air limbah terpusat, sistem komunal sangat lebih disukai bagi masyarakat dengan zonasi yang bermacam-macam, seperti tersebar pada penduduk yang berkepadatan rendah di pedesaan (USEPA , 2005).

Sistem komunal dapat dirancang untuk tempat tertentu, sehingga mengatasi masalah yang terkait dengan kondisi lokasi, seperti muka air tanah yang tinggi, ketahanan tanah, batuan dasar dangkal dan formasi batu gamping. Selain itu, sistem komunal memungkinkan fleksibilitas dalam manajemen dan serangkaian proses dapat dikombinasikan untuk memenuhi tujuan pengolahan dan mengatasi persyaratan perlindungan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Proses sistem komunal yaitu mengumpulkan, mengolah dan membuang air limbah di sungai terdekat. Sistem *cluster*, yang dapat berupa sentralisasi atau komunal, melayani lebih dari satu rumah tangga mencapai hingga 100 rumah dan lebih (Jones et al., 2001).

### **2.5.3 Kriteria Sistem Terpusat**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 47 Tahun 2015, seluruh air yang dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga (Mandi, Cuci, Kakus, Dapur) dan limbah dari industri rumah tangga yang bersifat organik, dialirkan dengan jaringan perpipaan menuju instalasi pengolahan air limbah (IPAL) untuk diolah secara aerobik dan atau anaerobik sehingga hasil pengolahan memenuhi baku mutu lingkungan.

Sistem Pengelolaan Air Limbah Terpusat (SPAL-T):

- Skala Kota: melayani lebih dari 20.000 jiwa,
- Skala Kawasan Tertentu: melayani 1000 – 20.000 jiwa,
- Skala Permukiman: melayani 50 – 1000 jiwa;

Dalam sistem terpusat beberapa hal yang harus dipertimbangkan agar dapat diterapkan, diantaranya:

- Daerah dengan kepadatan > 300 jiwa/ha
- Bagi kawasan berpenghasilan rendah dapat menggunakan sistem tangki septik komunal dan pengaliran dengan konsep perpipaan *shallow sewer*.

Sistem ini juga dapat diterapkan melalui sistem kota/modular bila ada subsidi tarif.

#### **2.5.4 Kriteria Lokasi Prasarana Air Limbah**

Sistem pengelolaan air limbah terpusat skala permukiman dapat melayani antara 50-1000 jiwa. adapun kriteria untuk pengolahan limbah skala komunal adalah:

1. Jumlah jiwa yang dilayani minimum 50 KK,
2. Kawasan permukiman rawan sanitasi mengacu pada data BPS, Buku putih sanitasi kota/kabupaten,
3. Terdapat lahan untuk pembangunan IPAL. Lahan yang digunakan adalah lahan kosong milik kelurahan, pemerintah kota, atau milik perseorangan yang dihibahkan,
4. Kemudahan aksesibilitas untuk operasional dan pemeliharaan nantinya,
5. Tersedia sumber listrik,
6. Adanya saluran drainase / sungai / badan air untuk mengalirkan / menampung *effluen* pengolahan air limbah.

#### **2.6 Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik**

Berdasarkan peraturan pemerintah Nomor 16 tahun 2005 tentang pengembangan sistem perencanaan air minum yang didalamnya terdapat pengelolaan air limbah serta mengacu pada referensi lain, sistem pengelolaan air limbah dikelompokkan menjadi 3 sistem, yaitu:

1. Sistem setempat (*onsite*) : air limbah (*black* dan *grey water*) diolah ditempat
2. Sistem terpusat (*offsite*) : air limbah dialirkan oleh pipa menuju IPAL
3. Hibrida: modifikasi dari kedua sistem yang ada

Teknologi terkait infrastruktur sanitasi yang terdiri dari 4 komponen yaitu: jamban, pengumpulan, pengolahan dan pembuangan/pemakaian kembali lumpur olahan. Teknologi pengolahan air limbah domestik komunal adalah sistem pengolahan limbah yang digunakan untuk lebih dari satu rumah tangga secara bersama. Hal-hal yang dijadikan pertimbangan dalam pemilihan pengolahan air limbah permukiman antara lain:

1. Kepadatan penduduk

Tingkat kepadatan penduduk sangat erat kaitannya dengan tingkat pencemaran yang ditimbulkan terhadap air permukaan. Kepadatan penduduk juga berkaitan dengan ketersediaan lahan untuk diterapkannya sistem setempat.

2. Sumber air yang ada

Ketersediaan sumber air sangat berhubungan erat dengan pengelolaan air limbah. Tingkat penyediaan air bersih didasarkan pada besarnya tingkat pelayanan perusahaan daerah air minum (PDAM) kepada masyarakat.

3. Permeabilitas tanah

Permeabilitas tanah sangat berkaitan dalam penentuan sistem penanganan air limbah permukiman khususnya sistem setempat. Pada daerah dengan permeabilitas tanah yang sangat kecil, bidang resapan dapat dibuat dengan cara meninggikan lahan bidang resapan. Nilai permeabilitas tanah yang efektif adalah  $2,7 \times 10^{-4}$  hingga  $4,2 \times 10^{-3}$  L/m/detik.

4. Kedalaman muka air tanah

Kedalaman muka air tanah sangat diperhitungkan khususnya pada sistem setempat. Jika muka air tanahnya lebih dari 1,5 meter dari permukaan pada musim hujan, desain sistem cubluk cukup memadai tanpa mengakibatkan pencemaran air tanah.

5. Kemiringan tanah

Kemiringan tanah sangat erat kaitannya dengan sistem penyaluran air limbah (SPAL) sistem terpusat. Kemiringan yang disyaratkan untuk SPAL adalah dua persen agar air limbah dapat berjalan dengan lancar menuju IPAL. Jika kemiringan tanah kurang dari dua persen, maka akan memerlukan banyak pompa dan berakibat pada tingginya biaya operasional.

6. Kemampuan membiayai.

Kemampuan membiayai ini tergantung pada masing-masing daerah untuk membangun teknologi yang dipilih. Selain itu juga kondisi sosial ekonomi masyarakat sangat berpengaruh pada kesediaan mereka membiayai teknologi yang dipilih. Kesediaan masyarakat itulah yang akan menunjukkan keberlanjutan teknologi yang dipilih

Unit pengolahan Air limbah pada dasarnya sangat bermacam-macam. Unit pengolahan air limbah domestik di Kota Surabaya menggunakan *anaerobic baffled reactor* (ABR). *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) merupakan unit pengolahan air limbah yang terdiri dari beberapa kompartemen. Tiap kompartemen dibatasi oleh sekat vertikal sehingga aliran air limbah mengalir dengan aliran ke atas (*upflow*). Fungsi *baffle* atau sekat yang terdapat dalam ABR adalah untuk mengatur arah aliran dan sekaligus sebagai pengaduk agar terjadi kontak antara biomassa dengan air limbah. *Effluent* yang dihasilkan oleh unit ABR relatif bebas dari padatan (Bachmann, 1985). ABR mudah untuk dibuat dan dioperasikan, namun lumpur serta *effluent* yang dihasilkan masih memerlukan pengolahan lebih lanjut.

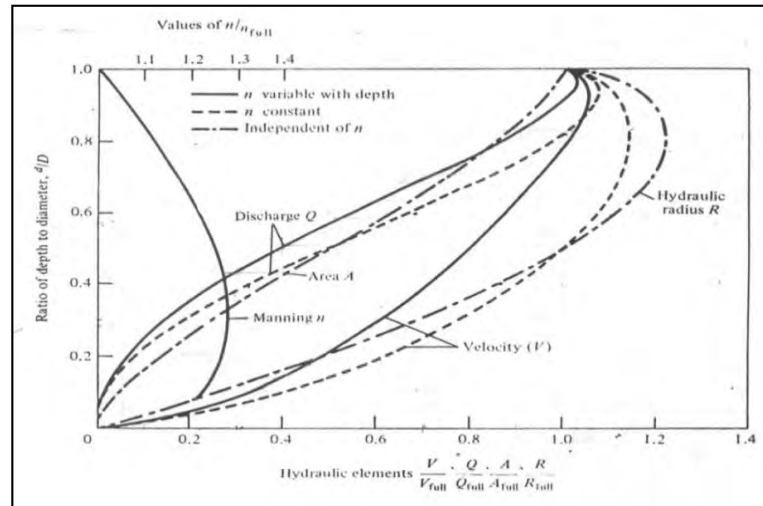
Pada pengoperasian ABR terdapat 3 zona yang akan terbentuk akibat reaksi yang terjadi dalam proses pengolahan air limbah, yakni asidifikasi, methanogenesis dan zona *buffer*. Zona asidifikasi terjadi pada kompartemen awal reaktor. Pada zona tersebut terjadi penurunan pH akibat pembentukan asam lemak yang mudah menguap (*volatile fatty acid*). Pembentukan asam lemak tersebut akan menyebabkan peningkatan kapasitas *buffer*. *Buffer* tersebut berfungsi untuk mempertahankan agar proses dalam reaktor dapat berjalan dengan baik. Zona methanogenesis merupakan zona proses pembentukan gas methan (Djonoputro, 2011).

## 2.7 Perhitungan Dimensi Pipa

Pada perencanaan sistem penyaluran air limbah perlu memperhatikan beberapa kriteria dalam perhitungan dimensi saluran, dengan menggunakan rumus *Manning* adalah sebagai berikut :

- $V_{MAKS}$  dalam pipa tidak melebihi 2,5 m/dt.
- $V_{MIN}$  dalam pipa tidak kurang dari 0,3 m/dt (pada saat debit minimum).
- Tinggi renang minimum 50 mm (pada saat  $Q_{MIN}$ ).
- Tinggi renang pada saat  $Q_{MAKS}$  antara 60% sampai 80% dari diameter pipa.
- Nilai  $d/D$  ditentukan berdasarkan pada grafik perbandingan  $Q_{MIN}/Q_{FULL}$  atau juga dapat digunakan nilai  $d/D$  antara 0,6-0,8. Pada Gambar 2.5 dapat dilihat *Hidrolics Elements for Circular Sewers*.





Gambar 2. 5 Grafik Hidraulik untuk Pipa Air Buangan

- Perhitungan debit minimum :

$$Q_{min} = 0,2 Q_{ave} \left( \frac{\sum penduduk}{1000} \right)^{0,2}$$

- Persamaan kecepatan penuh :

$$V_{full} = \frac{1}{n} S^{1/2} 0,397 D^{2/3}$$

- Persamaan luas penampang :

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

## 2.8 Analisis SWOT

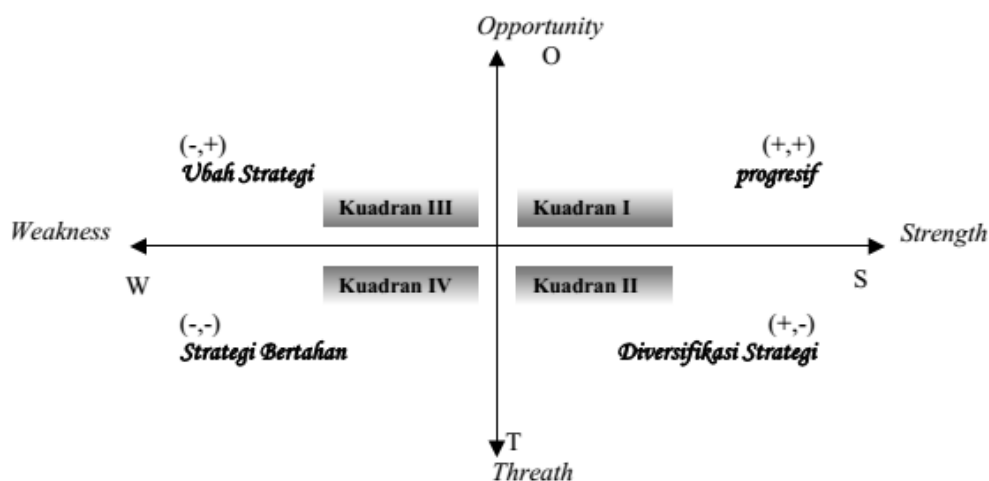
Untuk menentukan prioritas program maka dilakukan perhitungan Analisis *SWOT* yang dikembangkan oleh Pearce dan Robinson (Rangkuti, 2000).

Perhitungan dilakukan dengan tiga tahap, yaitu:

1. Melakukan perhitungan *probability* (a) dan bobot (b) *point* faktor serta jumlah total perkalian *probability* dan bobot ( $c = a \times b$ ) pada setiap faktor S-W-O-T; Menghitung skor (a) masing-masing *point* faktor dilakukan secara saling bebas (penilaian terhadap sebuah point faktor tidak boleh dipengaruhi atau mempengaruhi penilaian terhadap *point* faktor lainnya. Pilihan rentang besaran skor sangat menentukan akurasi penilaian namun yang lazim digunakan adalah dari 1 sampai 10, dengan asumsi nilai 1 berarti

skor yang paling rendah dan 10 berarti skor yang paling tinggi. Perhitungan bobot (b) masing-masing *point* faktor dilaksanakan secara saling ketergantungan. Artinya, penilaian terhadap satu *point* faktor adalah dengan membandingkan tingkat kepentingannya dengan *point* faktor lainnya. Sehingga formulasi perhitungannya adalah nilai yang telah didapat (rentang nilainya sama dengan banyaknya *point* faktor) dibagi dengan banyaknya jumlah *point* faktor).

2. Melakukan pengurangan antara jumlah total faktor S dengan W (d) dan faktor O dengan T (e); Perolehan angka (d = x) selanjutnya menjadi nilai atau titik pada sumbu X, sementara perolehan angka (e = y) selanjutnya menjadi nilai atau titik pada sumbu Y.
3. Mencari posisi program yang ditunjukkan oleh titik (x,y) pada kuadran *SWOT*



Gambar 2. 6Kuadran Analisis *SWOT*

Kuadran I (positif, positif): Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang kuat dan berpeluang, rekomendasi strategi yang diberikan adalah Progresif, artinya organisasi dalam kondisi prima dan mantap sehingga sangat dimungkinkan untuk terus melakukan ekspansi, memperbesar pertumbuhan dan meraih kemajuan secara maksimal.

Kuadran II (positif, negatif): Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang kuat namun menghadapi tantangan yang besar. Rekomendasi strategi yang

diberikan adalah Diversifikasi Strategi, artinya organisasi dalam kondisi mantap namun menghadapi sejumlah tantangan berat sehingga diperkirakan roda organisasi akan mengalami kesulitan untuk terus berputar bila hanya bertumpu pada strategi sebelumnya.

Kuadran III (negatif, positif): Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang lemah namun sangat berpeluang. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Ubah Strategi, artinya organisasi disarankan untuk mengubah strategi sebelumnya. Sebab, strategi yang lama dikhawatirkan sulit untuk dapat menangkap peluang yang ada sekaligus memperbaiki kinerja organisasi.

Kuadran IV (negatif, negatif): Posisi ini menandakan sebuah organisasi yang lemah dan menghadapi tantangan besar. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah Strategi Bertahan, artinya kondisi internal organisasi berada pada pilihan dilematis. Oleh karenanya organisasi disarankan untuk menggunakan strategi bertahan, mengendalikan kinerja internal agar tidak semakin terperosok.

**“Halaman ini sengaja di kosongkan”**

## **BAB 3**

### **METODA PENELITIAN**

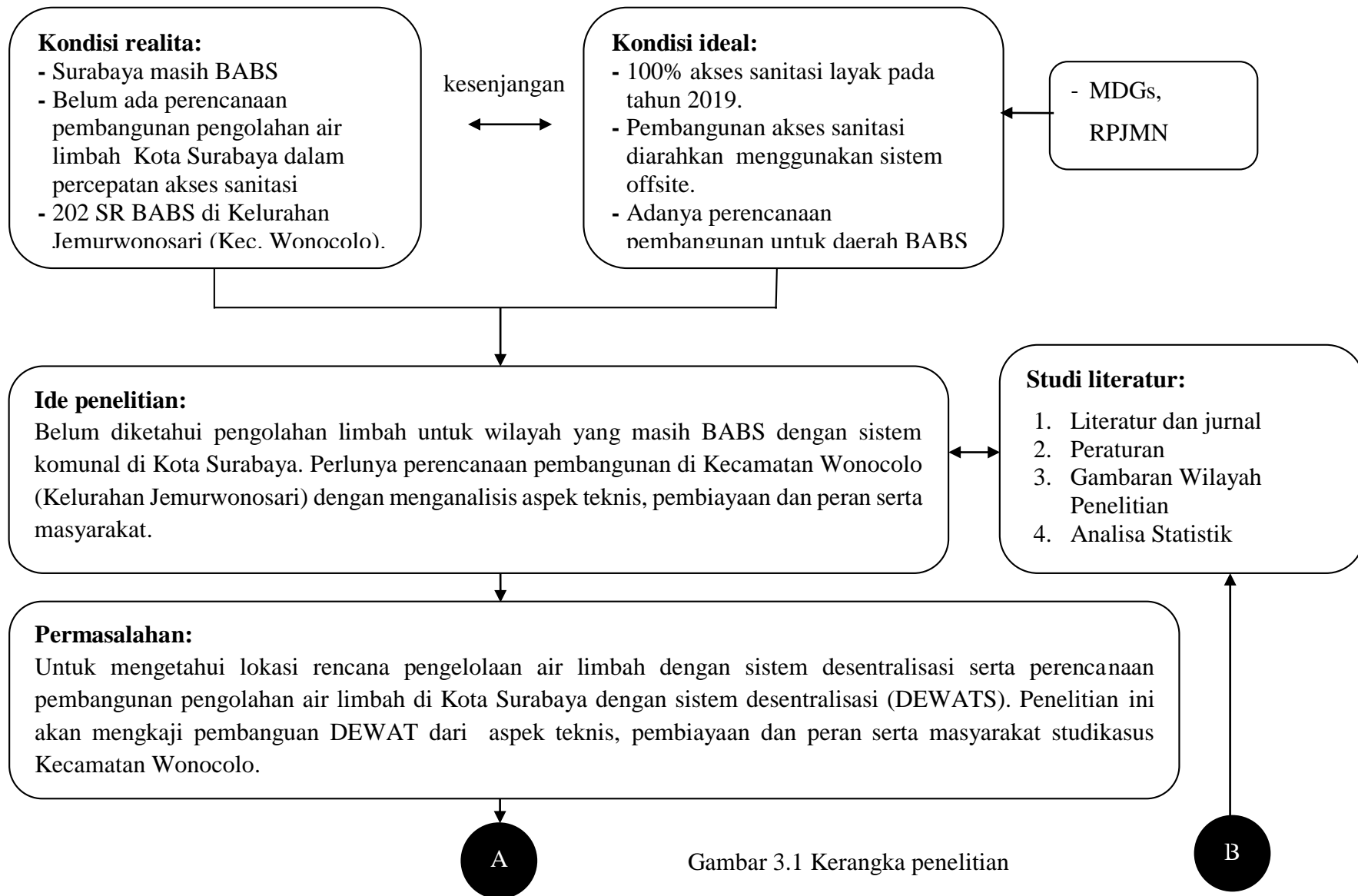
#### **3.1 Umum**

Menurut Subyantoro dan Suwanto (2007), ada beberapa jenis penelitian yaitu penelitian deskriptif, studi kasus, penelitian korelasional, penelitian kualitas, penelitian tindakan, dan penelitian sejarah. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menjelaskan tentang fakta dan sifat suatu populasi atau daerah tertentu secara skematik, faktual, dan teliti. Alir penelitian deskriptif yaitu dengan menggambarkan tentang suatu objek, melakukan analisis dan penafsiran serta melalui alur berpikir logis. Menurut Mukhtar (2013), penelitian deskriptif kualitatif menekankan pada sumber informasi data yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, angket kemudian diproses

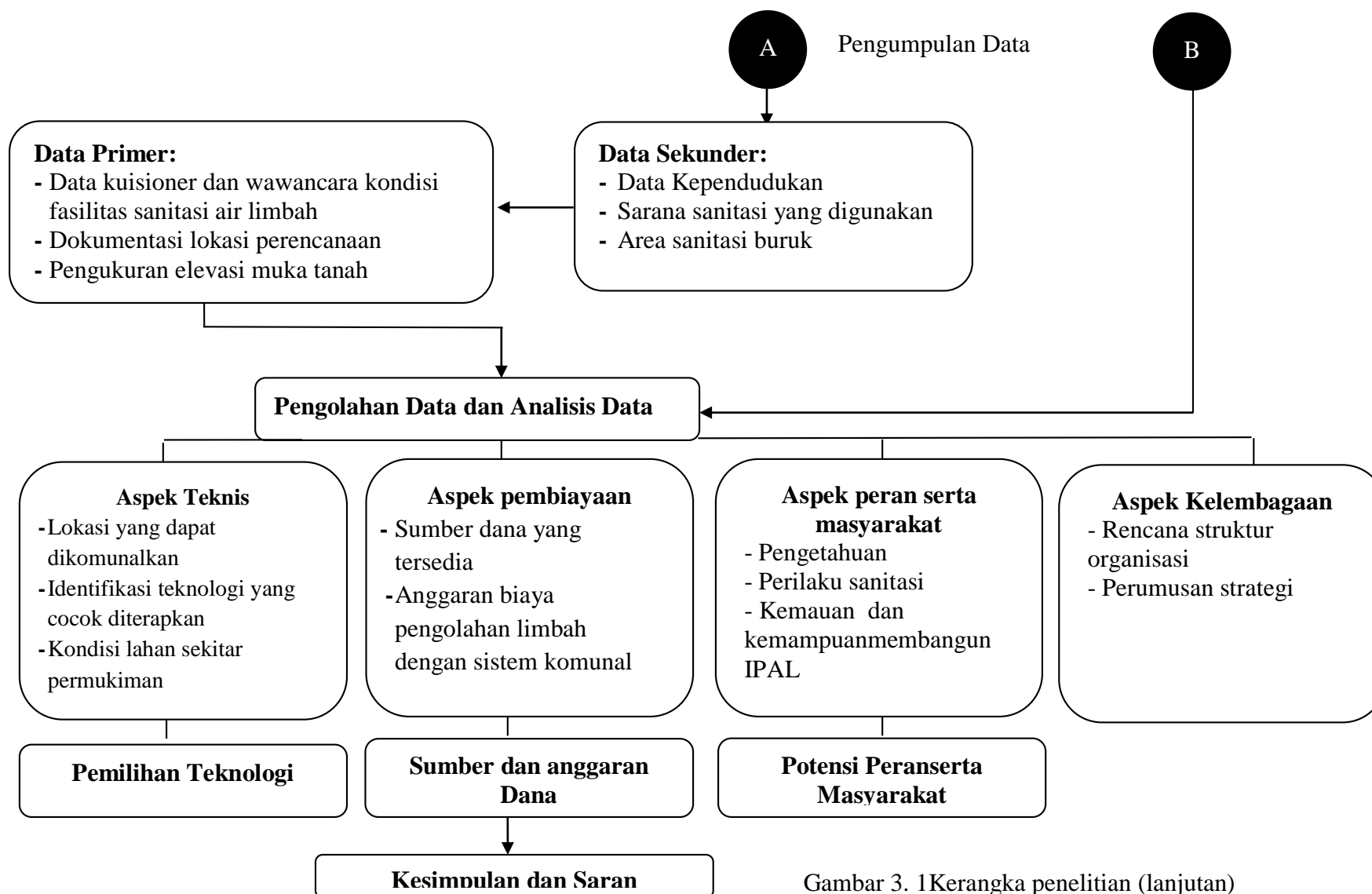
Dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi dan mencapai tujuan dari penelitian menggunakan metode penelitian lapangan yang didasarkan pada kajian pustaka yang ada. Penelitian lapangan yang dimaksud untuk mendapatkan informasi mengenai pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal yang ditinjau dari aspek teknis, pembiayaan, dan peran serta masyarakat.

#### **3.2 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian mengacu pada kerangka/ bagan alir sebagai tahapan penelitian untuk memudahkan pemahaman dalam melaksanakan suatu penelitian yang berawal dari ide/permasalahan yang ingin diselesaikan. Kerangka penelitian memuat garis besar data-data yang akan diambil, baik data primer maupun sekunder, kaitan antar aspek yang akan diteliti, serta metode analisis yang akan digunakan, evaluasi dan kesimpulan.



Gambar 3.1 Kerangka penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka penelitian (lanjutan)

### **3.3 Tahapan Penelitaian**

Tahapan penelitian diambil dari bagan air kerangka penelitian. Terdapat beberapa tahap pada penelitian ini, diantaranya yaitu mengetahui kondisi realitas dan kondisi ideal, studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder, Pengolahan data, dan analisis penelitian, dan kesimpulan dan saran.

#### **3.3.1 Kondisi Realitas dan Kondisi Ideal**

Pada tahap ini diperlukan perbandingan antara kondisi realitas dengan kondisi ideal untuk mengetahui kesenjangan atau permasalahan yang terjadi masih terdapat masyarakat di Kota Surabaya. Sebesar 15.598 SR tidak memiliki jamban, sedangkan pembangunan akses sanitasi di Kota Surabaya pada tahun 2019 harus mencapai *universal access* (100% pelayanan). Belum adanya identifikasi lokasi perencanaan pembangunan dengan sistem komunal di daerah yang masih buang air besar sembarangan, sedangkan pengembangan akses sanitasi Kota Surabaya diarahkan menuju sistem *offsite*. Untuk itu perlunya survei lokasi dan perencanaan pembangunan pengolahan air limbah sesuai dengan kebutuhan dasar dengan menganalisis aspek teknis, pembiayaan dan peran serta masyarakat agar mampu terealisasi dan beradaptasi.

#### **3.3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendukung penelitian tugas akhir. Studi literatur dapat berasal dari jurnal penelitian terdahulu, tugas akhir/tesis terdahulu, *text book*, artikel ilmiah dan peraturan pemerintah yang berhubungan dengan sanitasi, bebas buang air besar sembarangan, sistem desentralisasi IPAL, Pengelolaan air limbah dan metode pembiayaan.

#### **3.3.3 Pengumpulan Data Sekunder dan Primer**

##### **Data Sekunder**

Data ini merupakan data pendukung yang diambil dari data eksisting yang telah ada. Adapun kebutuhan data-data tersebut adalah:

- Aspek peran serta masyarakat  
Perilaku masyarakat buang air besar didapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Buku putih sanitasi Kota Surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010).
- Aspek teknis, kebutuhan data untuk aspek teknis ialah



- a. Peta dan data wilayah yang masih buang air besar sembarangan (BABS) didapatkan dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya didapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Buku putih sanitasi Kota Surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010) dan Dinas Kesehatan Kota Surabaya,
  - b. Kependudukan mengenai kepadatan penduduk jumlah penduduk didapatkan dari rencana tata ruang wilayah Kota Surabaya (2015),
  - c. Cakupan pelayanan data penggunaan sarana eksisting didapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Buku putih sanitasi Kota Surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010) dan Dinas Kesehatan Kota Surabaya.
- Aspek pembiayaan  
Data mengenai sumber dana yang dapat digunakan dalam pembangunan IPAL komunal.

### **Data primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lapangan, baik dari kuisioner, wawancara, dan dokumentasi. Kegiatan pengamatan atau observasi lapangan dilakukan untuk melihat dan mendokumentasikan kondisi eksisting sanitasi lokasi. Kegiatan wawancara dimaksudkan untuk mendapatkan informasi yang lebih dalam mengenai kondisi eksisting sanitasi melalui tokoh masyarakat/sanitarian yang ada di daerah penelitian. Sedangkan kegiatan kuesioner selain sebagai media untuk mencari informasi terkait kondisi sosial masyarakat mengenai kebiasaan dan kemauan masyarakat dalam buang air besar. Apabila dikaitkan dengan aspek penelitian, maka kebutuhan data-data dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Aspek teknis:
  - a. Pihak sanitasi puskesmas: wawancara mengenai informasi lokasi pemukiman yang masih buang air besar sembarangan, bagaimana perilaku terhadap buang air besar di daerah tersebut secara umum, mengapa masih buang air besar sembarangan. Selanjutnya dilakukan survei lokasi untuk melihat kondisi lahan sarana menunjang untuk pengolahan limbah domestik. observasi dan dokumentasi

lapangan untuk melihat kondisi sarana prasarana pengolahan limbah cair dan kondisi lahan yang tersedia untuk pengolahan limbah. Setelah diketahui lokasi yang cocok untuk sistem komunal, selanjutnya penentuan unit pengolahan dan perhitungan luas IPAL.

- b. Tokoh masyarakat: wawancara ditujukan kepada ketua RT atau kader lingkungan. Pengambilan data ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku buang air besar sembarangan di lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk mengetahui pula bagaimana pengolahan air limbah domestik masyarakat. Untuk mengetahui kemauan masyarakat melakukan pengolahan limbah domestik dengan sistem komunal.
- Aspek pembiayaan  
Upaya yang dilakukan dengan melakukan wawancara langsung pada Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Surabaya terkait rencana anggaran biaya dan sumber pendanaan yang dibutuhkan dalam pembangunan percepatan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal.
  - Aspek peran serta masyarakat  
Melakukan wawancara kepada pihak terkait, diantaranya
    - a. Pihak sanitasi di puskesmas: wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi apakah sudah dilakukan pemecuan untuk pembangunan jamban dan apakah masyarakat mengetahui tentang pengolahan air limbah dengan sistem komunal. Selanjutnya menentukan lokasi yang dapat dilakukan dengan sistem komunal dilihat dari jumlah SR dan ketersediaan lahan.
    - b. Tokoh masyarakat: tokoh masyarakat ditujukan kepada ketua RT ataupun kader lingkungan. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi hal apa saja yang sudah dilakukan terhadap pemecuan untuk mengolah air limbah domestik.
    - c. Warga masyarakat: memberikan kuesioner terhadap warga untuk mengetahui identitas responden, pengetahuan terhadap pengolahan air limbah dan dampak apabila BABS, perilaku buang air besar responden, kemauan membangun pengolahan air limbah secara komunal. Jumlah

responden untuk pengambilan sampel dapat menggunakan rumus Solvin. Rumus ini menentukan jumlah sampel dengan jumlah populasi yang sudah diketahui dengan tingkat presisi yang ditetapkan (Riduan, 2010).

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dengan:

n = jumlah responden

N = jumlah populasi

e = faktor keamanan (0,15)

$$n = \frac{400}{1 + (400 \times 0,15^2)}$$

n = 40 KK

sehingga jumlah responden untuk kuesioner penelitian ini adalah 40 KK.

### 3.4 Analisis Pembahasan

Tahap analisis data dilakukan setelah semua data hasil penelitian didapatkan. Dalam analisis data akan dibahas mengenai data hasil kuesioner, wawancara dan dokumentasi. Data yang ada dijadikan dasar dalam mengidentifikasi lokasi pengolahan air limbah di Kota Surabaya dengan menggunakan sistem komunal untuk mencapai *universal access* dan terpenuhinya kebutuhan dasar sanitasi. Pendekatan metode penelitian yang diterapkan dilakukan secara bertahap dimulai dari tahap analisis identifikasi lokasi yang dapat menggunakan sistem komunal. Untuk mengetahui lokasi yang masih BABS diperlukan pengambilan data di Dinas Kesehatan Kota Surabaya. Data tersebut menyajikan jumlah rumah yang masih BABS per kelurahan hingga tahun 2015. Langkah selanjutnya adalah pemilihan kelurahan yang memiliki jumlah BABS diatas 150KK. Hal tersebut dikarenakan jumlah BABS dibawah 150KK akan tersebar diberbagai RW yang menyebabkan tidak tersentralisasi, sehingga tidak dapat dilakukan secara komunal. Setelah memilih kelurahan selanjutnya adalah dengan survei ke puskesmas di kelurahan terpilih untuk mendapatkan informasi

data jumlah BABS per RW. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, dipilih lokasi yang memiliki jumlah BABS minimal 40 SR yang berdekatan untuk dilakukan survei lapangan. Menentukan lokasi yang dapat dikelola secara komunal dilakukan observasi sesuai kriteria sistem komunal menurut Peraturan Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 47 tahun 2015.

Selanjutnya dipilih salah satu lokasi yang dapat dilakukan perencanaan pembangunan. Dari lokasi yang telah dipilih analisis aspekperan serta masyarakat, aspek teknis, dan aspek pembiayaan serta aspek kelembagaan juga dilakukan secara bertahap. Aspek peran serta masyarakat yang akan dibahas yaitu mengenai pengetahuan hingga kemauan warga dalam buang air besar di jamban. Aspek teknis yang dikaji perencanaan unit pengolahan dan perhitungan dimensi IPAL. Untuk aspek pembiayaan akan membahas sumber dana dalam pembangunan IPAL dengan sistem desentralisasi serta anggaran dana untuk pembangunan IPAL.

### **3.5 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan hasil penelitian didapatkan dari hasil analisis dan pembahasan yang didukung dengan teori yang ada. Kesimpulan menjawab tujuan penelitian dari penelitian yang dilakukan akan dilakukan saran untuk tindak lanjut dari penelitian ini. Hasil analisis data digabungkan dan menjadi sebuah perencanaan pembangunan akses sanitasi dengan sistem desentralisasi di Kota Surabaya untuk wilayah yang masih BABS.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Kondisi Akses Sanitasi Masyarakat BABS**

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015) masih sebanyak 15.859 KK yang melakukan buang air besar sembarangan (BABS). Hal ini sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan. Adapun yang masih melakukan buang air besar di kali, selokan, dan langsung ke laut. Kondisi saat ini, 90% masyarakat memiliki jamban namun pipa pembuangan diarahkan langsung menuju saluran drainase. Limbah domestik yang langsung dibuang tanpa pengolahan menyebabkan terjadinya pencemaran, baik untuk badan air maupun tanah. Tidak merasa terkena dampak pencemaran dan tidak adanya dana untuk pembangunan tangki septik menjadi penyebab warga tidak mau membangun jamban. Untuk itu, dibutuhkan perencanaan dalam pengolahan limbah (*black water*). Pengolahan limbah secara komunal dirasa sesuai untuk daerah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi.

Pengolahan limbah dengan sistem desentralisasi menjadi peluang untuk digunakan dalam pengolahan air limbah domestik. Karakteristik air limbah akan membedakan jenis pengelolaan air limbah. Dengan teknologi saat ini, diharapkan mampu menghasilkan air olahan sesuai dengan baku mutu, sehingga dapat dimanfaatkan kembali, misalnya untuk irigasi atau air penggelontor pada toilet (Nelson, 2005).

##### **4.1.1 Lokasi Perencanaan Pembangunan *Decentralized Wastewater Treatment* (DEWATS)**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 47 Tahun 2015, sistem pengelolaan air limbah terpusat skala permukiman dapat melayani anantara 50-1000 jiwa. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil survei, didapatkan lokasi yang dapat dibangun dengan menggunakan sistem IPAL komunal RT dengan kriteria:

1. Jumlah jiwa yang dilayani minimum 40 KK,
2. Kawasan pemukiman rawan sanitasi mengacu pada data BPS, Buku putih sanitasi kota/kabupaten,
3. Terdapat lahan untuk pembangunan IPAL. Lahan yang digunakan adalah lahan kosong milik kelurahan, pemerintah kota, atau milik perseorangan yang dihibahkan,
4. Kemudahan aksesibilitas untuk operasional dan pemeliharaan nantinya,
5. Tersedia sumber listrik,
6. Adanya saluran drainase/ sungai/ badan air untuk mengalirkan/ menampung *effluen* pengolahan air limbah.

Berdasarkan hasil survei, lokasi yang masih BABS sebagian besar memiliki kamar mandi atau jamban sendiri, hanya saja mereka tidak punya tangki septik atau pengolahan lumpur, dan air limbah dari kamar mandi. Saluran pipa dari kamar mandi langsung dialirkan ke sungai ataupun ke lubang yang tidak memiliki resapan, sehingga hal tersebut masih dikatakan sebagai buang air besar sembarangan. Beberapa lokasi menunjukkan kondisi sanitasi dimana masyarakat melakukan buang air besar langsung di selokan atau di sungai.

Limbah lumpur tinja yang dihasilkan masyarakat pada umumnya tertampung pada beberapa unit tangki septik yang terdapat pada setiap rumah atau yang biasa disebut *onsite*. Tidak tersedianya tangki septik untuk pengolahan limbah domestik dari kamar mandi, menjadikan perlu diadakannya pembangunan unit pengolahan air limbah dan studi mengenai pembangunan fasilitas sanitasi yang layak. Kondisi ini merupakan salah satu sebab untuk menentukan alternatif yang dapat diterapkan, baik menggunakan sistem *offsite* dan *onsite*. Keterbatasan lahan dan kepadatan penduduk pada suatu pemukiman, menjadi dasar pembuatan IPAL komunal direkomendasikan untuk wilayah pemukiman yang belum memiliki tangki septik.

Lokasi yang dapat dibangun IPAL untuk wilayah yang masih BABS di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Lokasi rencana pembangunan DEWATS di daerah BABS Kota Surabaya

Kecamatan	Kelurahan	RW	RT	Jumlah Rumah BABS	Rencana Lahan IPAL	Status Tanah Rencana IPAL
Surabaya Selatan						
Wonokromo	Ngagelrejo	6	12	73	Rencana lahan IPAL berada didepan rumah warga dan di sebelah rel	PJKA
Sawahan	Sawahan	2	1-4	80	Lahan kosong	Milik Pribadi
	Petemon	5	1-3	62	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Putat Jaya	Putat Jaya	15	3	45	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Wonocolo	Jemur Wonosari	2	7	39	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Surabaya Timur						
Gunung Anyar	Rungkut Tengah	1	3	120	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Tambaksari	Kapasmadya Baru	6	8	56	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
		8	2	40	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
		3	46	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan	
Gubeng	Kertajaya	2	4, 5 & 6	122	Lokasi jalan depan persil namun terdapat pipa PDAM	Jalan Lingkungan
		8	2	70	Lokasi jalan depan persil	Jalan Lingkungan
Surabaya Barat						
Asemrowo	Tambak Sarioso	2	3&4	79	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
		3	3	184		Jalan Lingkungan
		4	4	89		Jalan Lingkungan
		5	5	64		Jalan Lingkungan
	Asemrowo	6	6	66	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
		7	2	73		Pengairan
	Genting Kalianak	1	1	146	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
		2	1&2	173		Jalan Lingkungan

Kecamatan	Kelurahan	RW	RT	Jumlah Rumah BABS	Rencana Lahan IPAL	Status Tanah Rencana IPAL
Sukoma-nunggal	Sukomanunggal	4	1	59	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
			3	61		Jalan Lingkungan
			4	46		Jalan Lingkungan
		5	1	76		PJKA
			2	41		PJKA
			3	67		PJKA
			4	57		PJKA
			5	71		PJKA
			Krembangan	Dupak		2
17	50	Jalan Lingkungan				
3	8	56			Jalan Lingkungan	
	4	1			48	Jalan Lingkungan
5	19	63			Jalan Pemkot	
Semampir	Pegirian	3	6	111	IPAL diletakkan dijalan belakang rumah warga	Jalan Pemkot
		9	4	42		Jalan Pemkot
	Sidotopo	5	3	50	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	PJKA
		11	1,2,3	72		PJKA
Simokerto	Simokerto	2	4	51	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	PJKA dan Pengairan (Irigasi)
			6	61		
	Kapasas	5	7	61	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	PJKA dan Pengairan (Irigasi)
	Tambakrejo	4	3	42	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	PJKA dan Pengairan (Irigasi)
			5	58		
1, 9			1,3	42		

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 4.1 terdapat 12 kecamatan dan 42 lokasi yang dapat dikomunikasikan. Sebagian besar rumah yang masih buang air besar sembarangan adalah pemukiman dipinggir kali atau drainase. Status kepemilikan rumah dapat dibagi menjadi



milik sendiri dan milik dinas pengairan maupun tanah Perusahaan Jawatan Kereta Api (PJKA). Minimnya lahan kosong di suatu pemukiman Kota Surabaya, menyebabkan pembangunan IPAL berada pada akses jalan area BABS. Ketersediaan lahan lokasi rencana IPAL berada pada jalan lingkungan, jalan pemerintah Kota Surabaya (jalan umum), dinas pengairan, dan perusahaan jawatan kereta api (PJKA). Berdasarkan lokasi yang dapat dibangun dengan sistem komunal, diperlukan perijinan dinas terkait untuk lokasi IPAL dengan lahan milik dinas pengairan, jalan pemerintah kota dan PJKA. Perijinan dilakukan untuk memastikan bahwa lokasi tersebut dapat dibangun IPAL.

Cakupan IPAL komunal untuk rumah yang masih BABS menggunakan skala rukun tetangga (RT). Hal ini dikarenakan lokasi rumah buang air besar sembarangan tersebar di beberapa kecamatan hingga tersebar di tingkat rukun tetangga (RT). Hal tersebut untuk memudahkan dalam sistem penyaluran air limbah maka cakupan pelayanan hingga skala pemukiman (RT). Namun ada beberapa lokasi seperti di salah satu Kecamatan Sawahan, Kelurahan Petemon, RW 5 RT 1,2, dan 3. Kondisi seperti ini dikarenakan lokasi rumah yang masih BABS sangat berdekatan bahkan berdampingan, sehingga dapat direncanakan untuk pengolahan limbah domestik secara bersama antar RT.

Banyaknya jumlah rumah yang dapat dikomunkalkan akan berdampak pada penurunan persentase BABS dan peningkatan persentase pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal di Kota Surabaya. Menurut data EHRA (2015) persentase pengelolaan air limbah dengan sistem komunal sebanyak 8% dan data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015) persentase BABS Kota Surabaya sebanyak 2%. Dari jumlah KK., dari 15.859 sambungan rumah yang masih BABS sebanyak 2.975 sambungan rumah yang dapat direncanakan dalam mengolah air limbah domestik secara komunal. Hal tersebut menandakan sebanyak 0,4 % penurunan persentase BABS di Kota Surabaya dan dapat dikelola dengan sistem komunal. Sehingga capaian target persentase pengolahan air limbah dengan sistem perpipaan atau komunal menjadi 8,4% hal ini dirasa masih jauh dari target pemerintah dalam pembangunan pengolahan air limbah dengan sistem *offsite* sebesar 15% (RPJMN 2015-2019).

#### Pemilihan Teknologi Air Limbah

Kerawanan sanitasi yang ada di Kota Surabaya memerlukan penanganan dari sumber daya manusia yang ada. Keterbatasan lahan merupakan modal utama dalam pembangunan prasarana sanitasi. Sementara sistem *offsite* membutuhkan lahan yang cukup

luas dan membutuhkan pengelolaan yang baik. Pemilihan alternatif teknologi dibutuhkan untuk menyesuaikan dengan keadaan masyarakat sekitar. Dalam pemilihan teknologi pengolahan air buangan domestik menurut Wulandari (2014), terdapat beberapa kriteria antara lain:

1. Lahan yang dibutuhkan tidak terlalu besar.
2. Biaya operasinya rendah.
3. Pengelolaannya mudah.
4. Perawatannya mudah dan sederhana.
5. Konsumsi energinya rendah.
6. Efisiensi pengolahan dapat mencapai standar baku mutu air buangan domestik yang disyaratkan.
7. Lumpur yang dihasilkan sedikit.
8. Penggunaan bisa untuk air buangan domestik yang beban BOD nya tinggi.

Berdasarkan Buku Opsi Sanitasi yang Terjangkau untuk Daerah Spesifik (2009), dalam pemilihan teknologi air buangan domestik perlu memperhatikan rendahnya biaya pembangunan, kemudahan dalam pembangunan dan ketersediaan material di pasar lokal. Selain itu, pemilihan teknologi dapat dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat ekonomi masyarakat, muka air tanah dan topografi daerah studi perencanaan (Zuliyanto, 2011).

Perbandingan opsi teknologi akan dilakukan dengan memberi skor pada setiap kriteria yang dibutuhkan. Skor tertinggi akan menjelaskan bahwa uraian tersebut dapat dilaksanakan. Skor untuk pemilihan teknologi ialah:

Skor 1: Tidak dapat diaplikasikan

Skor 2: Dapat diaplikasikan dengan syarat

Skor 3: Dapat diaplikasikan

Tabel 4. 2 Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

No	Kriteria	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		ABR	Skor	Wetland	Skor	Biofilter	Skor
1	Lahan	Dapat dibangun dibawah tanah	3	Membutuhkan lahan yang luas	1	Dapat dibangun dibawah tanah	3

No	Kriteria	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		ABR	Skor	Wetland	Skor	Biofilter	Skor
2	Konstruksi Biaya dan bahan	Bahan terbuat dari beton dan biaya tidak mahal	3	Bahan dari beton sederhana dan biaya tidak mahal	3	Bahan dari beton selain itu banyak tersedia dipasar, biaya tidak mahal	3
3	Biaya operasional dan pemeliharaan	Murah dan mudah	3	Murah dan mudah	3	Murah dan mudah (pembersihan filter secara rutin)	2
4	Kebutuhan pegawai	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3
5	Peran serta masyarakat	Masyarakat ikut berperan aktif	3	Masyarakat ikut berperan aktif	3	Masyarakat ikut berperan aktif	3
6	Pencemaran terhadap lingkungan	Penurunan zat organik tinggi	3	Penurunan zat organik tinggi	3	Penurunan zat organik tinggi	3
<b>Total</b>			<b>18</b>		<b>16</b>		<b>17</b>

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan Tabel 4.2 alternatif 1 yaitu pengolahan menggunakan *anaerobic baffled reactor* (ABR) menjadi pemilihan utama. Nilai skor disesuaikan dengan keadaan masyarakat saat ini yaitu sangat minim lahan untuk pembangunan IPAL, kebutuhan biaya operasional yang terjangkau dan pemeliharaan yang mudah, serta dampak terhadap lingkungan.

Keuntungan dan kekurangan dari ABR yaitu:

1. Keuntungan

- Tahan terhadap beban kejutan dan zat organik
- Tidak menggunakan energi listrik dalam pengolahan
- Greywater* dapat dikekola secara bersamaan
- Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia
- Umur pelayanan panjang
- Penurunan zat organik tinggi
- Biaya investasi dan operasi moderat

## 2. Kekurangan

- a. Memerlukan sumber air yang konstan
- b. Efluen memerlukan pengolahan sekunder atau dibuang ketempat yang cocok
- c. Penurunan zat patogen rendah
- d. Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan

Pada pengoperasian ABR terdapat 3 zona yang akan terbentuk akibat reaksi yang terjadi dalam proses pengolahan air limbah, yakni asidifikasi, methanogenesis dan zona buffer. Zona asidifikasi terjadi pada kompartemen awal reaktor. Pada zona tersebut terjadi penurunan pH akibat pembentukan asam lemak yang mudah menguap (*volatile fatty acid*). Pembentukan asam lemak tersebut akan menyebabkan peningkatan kapasitas buffer. Buffer tersebut berfungsi untuk mempertahankan agar proses dalam reaktor dapat berjalan dengan baik. Zona methanogenesis merupakan zona proses pembentukan gas methan (Djonoputro, 2011).

### **4.1.2 Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Jemurwonosari, Kecamatan Wonocolo**

Wonocolo merupakan salah satu kecamatan di Surabaya yang masih memiliki jumlah rumah buang air besar sembarangan. Bila dilihat dari jumlah rumah yang masih BABS, di Kota Surabaya terdapat 512 sambungan rumah yang masih buang air besar sembarangan. Kecamatan Wonocolo sendiri memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo memiliki 202 sambungan rumah yang masih buang air besar sembarangan. Menurut hasil survei, rumah-rumah yang masih buang air besar hanya memiliki jamban saja tidak memiliki tangki septik untuk mengolah limbah dari kamar mandi. Salah satu lokasi yang masih buang air besar sembarangan dengan jumlah kepala keluarga yang banyak adalah RT 07 RW 02 Kelurahan Jemurwonosari. Lokasi tersebut merupakan lokasi yang padat penduduk dimana terdapat 50 rumah yang masih buang air besar sembarangan dengan jumlah penduduk sebanyak 400 Jiwa. Kondisi geografis lokasi ini berada di Jalan Jemur Andayani. Adapun batas lokasi:

Sebelah utara	: Kali dan Jalan Jemursari
Sebelah selatan	: Saluran drainase
Sebelah timur	: Permukiman
Sebeah barat	: Permukiman

Lokasi ini memiliki kondisi lahan yang relatif datar dengan elevasi muka tanah antara 6 mdpl hingga 7,47 mdpl. Status kepemilikan rumah di RT 07 RW 02 adalah milik pribadi namun ketersediaan lahan kosong untuk pembangunan IPAL tidak ada, sehingga akan direncanakan pada jalan sebelah sungai, atau saluran drainase. Lebar jalan di sebelah saluran mencapai 3.5 m. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Keterangan:  Batas area pelayanan  Lokasi IPAL

Gambar 4. 1 Peta Lokasi pembangunan IPAL Jemurwonosari RT 7 RW 2

Berdasarkan referensi yang ada, karakteristik air limbah dari rumah didapatkan data konsentrasi BOD, COD, dan TSS di 3 Kecamatan di Kota Surabaya. Konsentrasi limbah domestik dengan parameter BOD, COD, dan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Konsentasi limbah domestik di Kota Surabaya

Kecamatan	Parameter (mg/L)			Sumber
	BOD	COD	TSS	
Tambaksari	45,58	140,36	11	Anoraga, 2015
Gunung Anyar	158	256	210	Anshar, 2014
Wonokromo	154	250	250	Nisaa', 2015

Penentuan konsentrasi BOD, COD dan TSS air limbah domestik diambil yang paling tinggi, hal tersebut dipertimbangkan agar perencanaan IPAL dapat mengolah limbah

dengan konsentrasi tinggi. Konsentrasi BOD yang ditentukan adalah 158 mg/L, konsentrasi COD sebesar 256 mg/L, dan konsentrasi TSS yang tertinggi yaitu 210 mg/L.

Perhitungan neraca massa diperlukan untuk mengetahui apakah proses pengolahan air limbah yang akan dilakukan sudah mampu dan efektif mereduksi beban pencemar yang ada pada air limbah. Perhitungan neraca massa disajikan sebagai berikut:

Perhitungan menggunakan sumber dari Sasse dkk (2009).

$$\text{COD} = 256 \text{ mg/l}$$

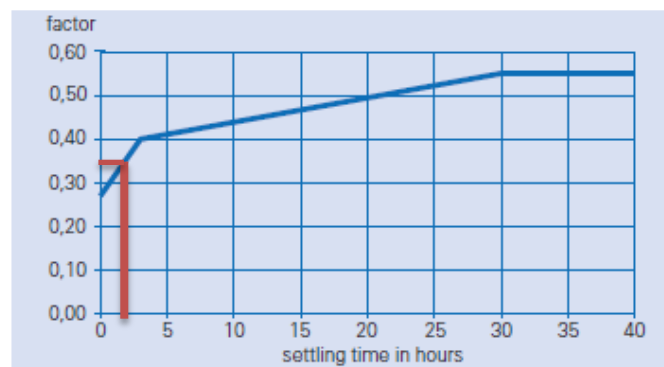
$$\text{BOD} = 158 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 210 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio SS/COD} &= \frac{210 \text{ mg/l}}{256 \text{ mg/l}} \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

$$\text{HRT di settler} = 2 \text{ jam}$$

Nilai rasio SS/COD dan HRT menentukan efisiensi penyisihan COD di *settler* menggunakan grafik pada Gambar 4.2



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 2 Faktor penyisihan COD dalam *settler*

Waktu detensi yang ditentukan untuk *settler* ialah 2 jam sehingga didapatkan nilai faktor COD sebesar 0,35. Nilai faktor tersebut digunakan dalam mendapatkan persentase penyisihan COD dalam *settler*. perhitungan persentase COD dalam settler ialah

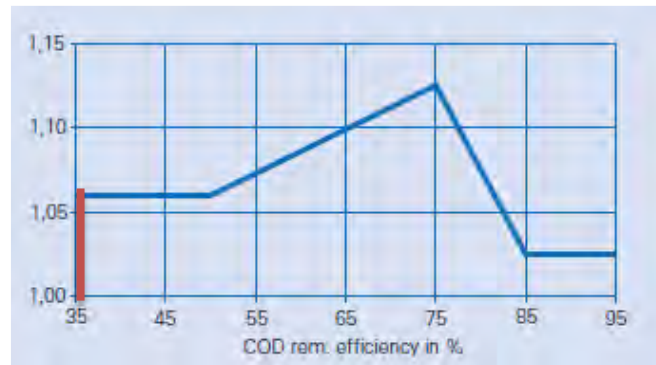
Persentase removal COD dalam *settler*:

$$= ((\text{SS/COD}) \times \text{faktor removal COD})/0,6$$

$$= ((0,82) \times 0,35) / 0,6$$

$$= 48\%$$

Efisiensi penyisihan di dalam bak *settler* sebesar 48% (<50%) maka faktor penyisihan COD/BOD yaitu sebesar 1,06. Grafik persentase penyisihan BOD dalam *settler* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 3 Faktor rasio penyisihan BOD dalam *settler*

Faktor penyisihan COD/BOD akan digunakan untuk menghitung efisiensi penyisihan BOD dalam *settler*.

$$\text{Penyisihan BOD di } \textit{settler} = 1,06 \times 48\%$$

$$= 51\%$$

### ***Influent ABR***

$$\text{COD} = \text{COD}_{\text{in}} \times (1 - \text{penyisihan COD di } \textit{settler})$$

$$= 256 \text{ mg/l} \times (1 - 48\%)$$

$$= 133,5 \text{ mg/l}$$

$$\text{BOD} = \text{BOD}_{\text{in}} \times (1 - \text{penyisihan BOD di } \textit{settler})$$

$$= 158 \text{ mg/l} \times (1 - 51\%)$$

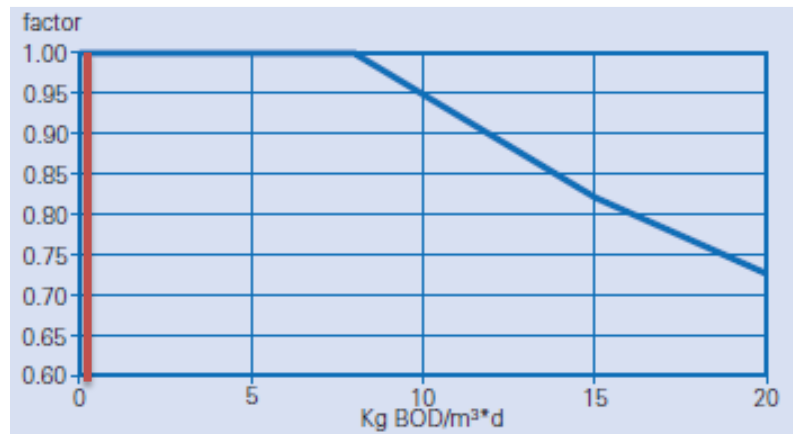
$$= 77,9 \text{ mg/l}$$

Perhitungan faktor untuk menghitung penyisihan COD di reaktor *baffled* menggunakan Gambar 4.4 hingga Gambar 4.7

Untuk menghitung faktor *overload* menggunakan beban yang kemudian diplotkan pada grafik Gambar 4.4 dengan nilai beban BOD yang masuk dalam reaktor baffled sebesar

0,19 Kg BOD/m<sup>3</sup>.hari sehingga didapatkan faktor 1. Perhitungan beban organik BOD adalah

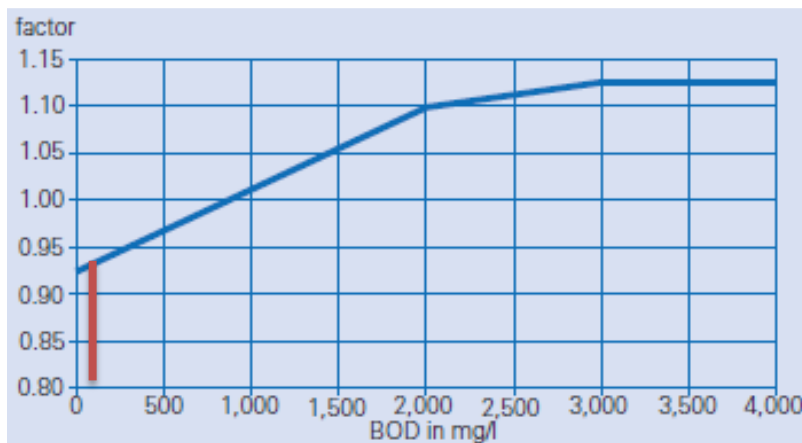
$$\begin{aligned}\text{Beban Organik (BO)} &= \text{BOD in} \times Q \text{ limbah} / \text{volume ABR} / 1000 \\ &= 77,9 \text{ mg/L} \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari} / 19,20 \text{ m}^3/1000 \\ &= 0,19 \text{ Kg BOD/m}^3.\text{hari}\end{aligned}$$



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 4 Faktor penyisihan BOD berdasarkan *overloading* organik

Untuk menghitung faktor *strength* dapat menggunakan Gambar 4.5 dengan konsentrasi BOD yang masuk dalam reaktor *baffled* sebesar 77,9 mg/l sehingga didapatkan faktor 0,93.

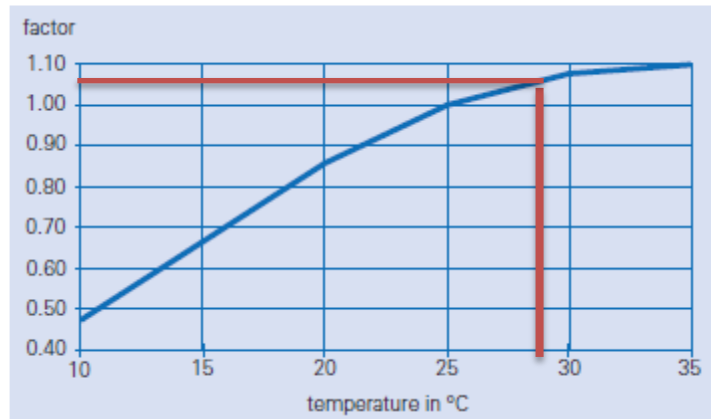


Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 5 Faktor penyisihan BOD dengan konsentrasi BODin



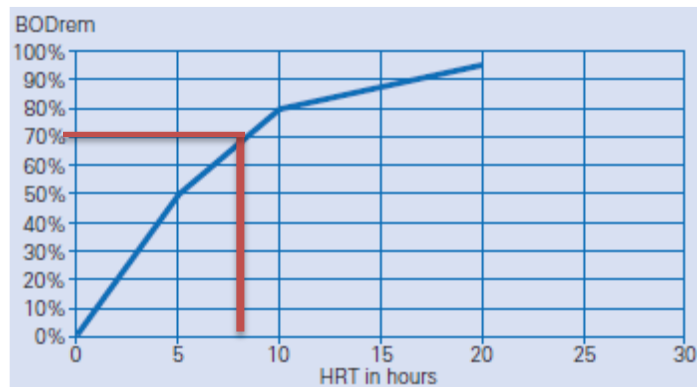
Untuk menghitung faktor temperatur dapat menggunakan Gambar 4.6 dengan temperatur yang masuk dalam reaktor *baffled* sebesar 29 °C sehingga didapatkan faktor 1,04.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 6 Faktor penyisihan COD berdasarkan temperatur

Untuk menghitung faktor HRT dengan menentukan HRT *baffled* yaitu selama 8 jam sehingga didapatkan faktor 0,7.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 7 Persentase penyisihan COD berdasarkan HRT

Setelah semua faktor didapatkan maka bisa dihitung perkiraan total penyisihan COD dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Penyisihan COD} &= f\text{-overload} \times f\text{-strength} \times f\text{-temp} \times f\text{-HRT} \\
 &= 1 \times 0,88 \times 1,04 \times 0,7 \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

Sehingga penyisihan COD di ABR = 67% (hanya di *baffled*)

$$\begin{aligned}\text{COD}_{\text{eff}} &= (1-67\%) \times 133,5 \text{ mg/l} \\ &= 44,4 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total penyisihan COD} &= (1 - \text{COD}_{\text{eff}}) / \text{COD}_{\text{in}} \\ &= (1-44,4 \text{ mg/l}) / 256 \text{ mg/l} \\ &= 0,83 \text{ (83\%)}\end{aligned}$$

$$\text{Rasio COD/BOD} = 1,048 \text{ (Gambar 4.3)}$$

$$\begin{aligned}\text{Total penyisihan BOD} &= \text{Rasio} \times \text{Tot Removal COD} \\ &= 1,06 \times 0,83 \\ &= 0,87 \text{ (87\%)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BOD}_{\text{eff}} &= (1-87\%) \times 158 \text{ mg/l} \\ &= 21,1 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

$$\text{Interval pengurasan} = 24 \text{ bulan}$$

Perhitungan neraca massa untuk pengolahan limbah domestik.

#### Influen

$$\begin{aligned}Q &= 57,60 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{BOD} &= 158 \text{ mg/l} = 0,158 \text{ kg/m}^3 \\ \text{COD} &= 256 \text{ mg/l} = 0,256 \text{ kg/m}^3 \\ \text{TSS} &= 210 \text{ mg/l} = 0,21 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

#### Penyisihan

$$\begin{aligned}\text{M BOD} &= Q_{\text{ave}} \times [\text{BOD}] \\ &= 9,10 \text{ kg/hari} \\ \text{M COD} &= Q_{\text{ave}} \times [\text{COD}] \\ &= 14,75 \text{ kg/hari} \\ \text{M TSS} &= Q_{\text{ave}} \times [\text{TSS}] \\ &= 12,10 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$

$$\text{M BOD} = 87\% \times [\text{BOD}]$$

$$\begin{aligned}
 &= 7,89 \text{ kg/hari} \\
 \text{M COD} &= 83\% \times [\text{COD}] \\
 &= 12,19 \text{ kg/hari} \\
 \text{M TSS} &= 98\% \times [\text{TSS}] \\
 &= 11,85 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

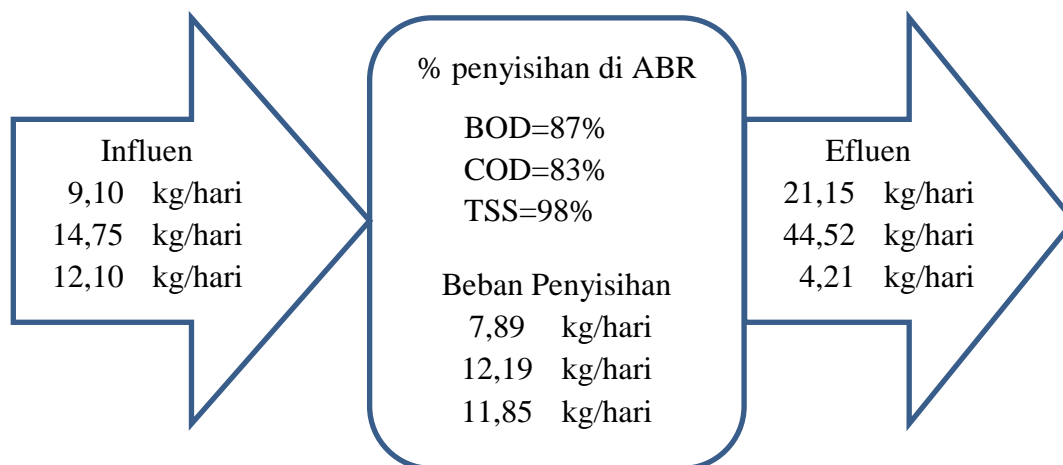
#### Effluen

$$\begin{aligned}
 \text{M BOD} &= \text{M BOD influen} - \text{M BOD removal} \\
 &= 1,21 \text{ kg/hari} \\
 \text{M COD} &= \text{M BOD influen} - \text{M BOD removal} \\
 &= 2,56 \text{ kg/hari} \\
 \text{M TSS} &= \text{M TSS influen} - \text{M TSS removal} \\
 &= 0,24 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

#### Konsentrasi Effluen

$$\begin{aligned}
 \text{BOD} &= (\text{M BOD effluen} / Q) \times 1000 \\
 &= 21,145 \text{ mg/l} \\
 \text{COD} &= (\text{M COD effluen} / Q) \times 1000 \\
 &= 44,52 \text{ mg/l} \\
 \text{TSS} &= (\text{M TSS effluen} / Q) \times 1000 \\
 &= 4,21 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Adapun proses pengolahan air limbah domestik dengan efisiensi penyisihan pada unit pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Tabel 4.4.



Gambar 4. 8 Neraca massa sebelum dan setelah pengolahan air limbah

Tabel 4. 4. Proses pengolahan air limbah domestik

Parameter	Influent Air Limbah Domestik (mg/L)	Effluent Bak Pengumpul (mg/L)	Effisiensi ABR (%)	Effluent ABR	Baku mutu Air Limbah Domestik (mg/L)**
BOD	158	158	87*	21,15	30
COD	256	256	83*	44,52	50
TSS	210	210	98*	4,21	50

Sumber: \*Sasse, 2009

\*\* Pergub No 72 tahun 2013

#### 4.1.2.1 Perhitungan IPAL

Perencanaan IPAL untuk 50 SR dengan jumlah penduduk mencapai 400 jiwa. Debit air limbah didapatkan dari 70%-80% kebutuhan air bersih. Menurut PDAM Kota Surabaya (2015), rata-rata kebutuhan air bersih masyarakat Kota Surabaya per orang mencapai 180 – 190 L/hari. Perhitungan dimensi IPAL sebagai berikut:

##### Debit Air Limbah 50KK

Jumlah KK = 50 KK

Jumlah penduduk = 400 Orang

Konsumsi air bersih = 180 L/orang/hari

Prosentase air limbah = 80%

Debit Air Limbah =  $\sum \text{L/orang/hari} \times \sum \text{orang} \times \% \text{ air limbah}$

$$= 180 \text{ L/orang/hari} \times 400 \text{ Orang} \times 80 \%$$

$$= 57.600 \text{ L/hari}$$

$$= 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### 1. Perhitungan Bak Pengumpul

Bak pengumpul digunakan sebagai wadah pengumpulan air limbah sebelum dipompa menuju unit ABR. Kapasitas waktu efektif bak pengumpul sebaiknya tidak melebihi 10 menit pada desain rata-rata (Kementerian PU, 2013). Hal ini juga mencegah terjadinya pengendapan pada unit bak pengumpul. Adapun perhitungan dimensi bak pengumpul sebagai berikut:

$$\text{Volume Bak Pengumpul} = \text{debit limbah (m}^3/\text{jam)} \times \text{td (menit)}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ menit} \\
 &= 0,04 \text{ m}^3/\text{menit} \times 10 \text{ menit} \\
 &= 0,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

#### Dimensi Bak Pengumpul

Tinggi = 1 m (ditentukan)

Luas bak = Volume / tinggi

$$\begin{aligned}
 &= 0,4 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\
 &= 0,4 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Panjang : lebar = 1:1

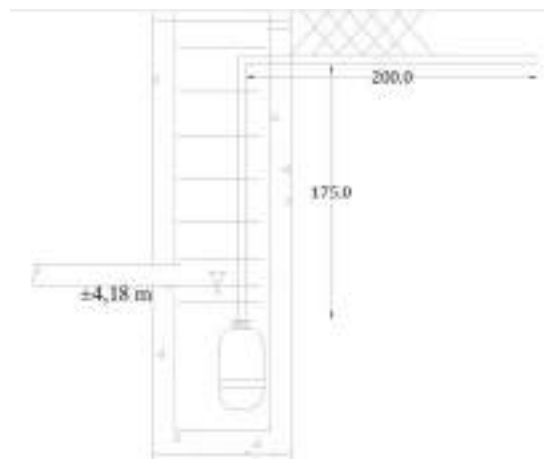
$$= 0,63 \text{ m}$$

Cek volume bak pengumpul = 1 m x 0,63 m x 0,63 m

$$= 0,4 \text{ m}^3$$

Cek Td = volume / debit limbah

$$\begin{aligned}
 &= 0,4 \text{ m}^3 / 0,04 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 &= 10 \text{ menit}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 9 Panjang pipa dalam sumur

#### Perhitungan pompa

Q = 0,00067 m/dtk

A =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,05^2 \\
 &= 0,003 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

v = Q / A

$$\begin{aligned}
&= 0,00067 \text{ m/dtk} / 0,003 \text{ m}^2 \\
&= 0,21 \text{ m/detik} \\
\text{C pipa PVC} &= 150 \text{ (McGhee , 1991)} \\
L &= 3,75 \text{ m} \\
\text{Head total} &= H_{\text{statik}} + h_f + h_m + h_v \\
H_{\text{stat}} &= 1,75 \text{ m} \\
H_f &= \left[ \frac{Q}{0,00155 \times 130 \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \\
&= \left[ \frac{0,00067}{0,2782 \times 120 \times 5^{2,63}} \right]^{1,85} \times 1,75 \\
&= 0,0056 \text{ m} \\
H_m &= K [ v^2 / (2 g) ]
\end{aligned}$$

Aksesoris yang digunakan adalah bend 90°. Diketahui K bend 90° adalah 6, sehingga Hm pompa adalah

$$\begin{aligned}
&= K [ v^2 / 2 \times g ] \\
&= 6 (0,21^2 \text{ m/detik} / 2 \times 9,81) \\
&= 0,0135 \text{ m} \\
h_v = \text{head kecepatan} &= [ v^2 / (2 \times g) ] \\
&= 0,0023 \text{ m} \\
H_{\text{total}} &= 1,75 \text{ m} + 0,0056 \text{ m} + 0,0135 \text{ m} + 0,0023 \text{ m} \\
&= 1,8 \text{ m}
\end{aligned}$$

Berdasarkan head yang dibutuhkan pompa sebesar 1,8m dan debit air limbah sebesar 0,00067 m/detik, maka didapatkan pompa submersible untuk air limbah dengan tipe AP 350.

Untuk mengantisipasi terjadinya endapan saat debit minimum dalam sumur pengumpul maka air limbah pada jam minimum akan ditampung dalam sumur pengumpul. Kapasitas air limbah yang akan ditampung dalam sumur pengumpul sebesar 0,02 m<sup>3</sup>. Perhitungan kapasitas air limbah yang akan ditampung dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. 5 Debit Air Limbah tiap Jam

Pukul	Jumlah jam (Jam)	Persentase Pembuangan/jam (%)	Qpeak (m <sup>3</sup> /jam)	Qmin (m <sup>3</sup> /jam)	Qpeak/pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)	Qmin/pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)
0	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
1	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
2	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
3	1	1	-	0,16	-	0,001599
4	1	2	-	0,16	-	0,003197
5	1	8	9,6	-	0,768	-
6	1	8	9,6	-	0,768	-
7	1	8	9,6	-	0,768	-
8	1	8	9,6	-	0,768	-
9	1	6	9,6	-	0,576	-
10	1	4	-	0,16	-	0,006394
11	1	4	-	0,16	-	0,006394
12	1	4	-	0,16	-	0,006394
13	1	4	-	0,16	-	0,006394
14	1	4	-	0,16	-	0,006394
15	1	7	9,6	-	0,672	-
16	1	8	9,6	-	0,768	-
17	1	8	9,6	-	0,768	-
18	1	7	9,6	-	0,672	-
19	1	3	-	0,16	-	0,004796
20	1	3	-	0,16	-	0,004796
21	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
22	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
23	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>			<b>0,725333333</b>	<b>0,019182</b>

Sumber: Hasil perhitungan

Debit yang ditampung adalah debit minimum dari pukul 19.00 hingga pukul 05.00, sehingga debit yang didapat ialah 0,02 m<sup>3</sup>/jam. Maka didapatkan volume air limbah seperti pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 Q \text{ dalam sumur pengumpul} &= 0,02 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 T_d &= 10 \text{ jam} \\
 \text{Volume} &= Q \times T_d \\
 &= 0,02 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam} \\
 &= 0,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Ruang Kompartemen

### a. Dimensi tiap kompartemen

Menurut Sasse (2009) kriteria untuk perhitungan desain ABR diantaranya:

Waktu detensi ( $T_d$ ) = >6jam                      dipilih = 8 jam

$v_{up}$  = <2m/jam                      dipilih = 1,7 m/jam

Panjang kompartemen = 50%-60% dari kedalaman    dipilih = 50%

Kedalaman air (h) ditentukan = 1,5 m

Luas tiap bak = debit limbah /  $v_{up}$   
 $= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} / 1,7 \text{ m/jam}$   
 $= 1,41 \text{ m}^2$

Panjang kompartemen = 50% x 1,5 m  
 $= 0,75 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m}$

Lebar tiap kompartemen = luas / panjang  
 $= 1,41 \text{ m}^2 / 0,8 \text{ m}$   
 $= 1,76 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$

Kecepatan aktual *upflow* =  $\frac{\text{Debit peak limbah } (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})}{\text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)}}$   
 $= \frac{2,4 (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})}{0,8 \text{ (m)} \times 2 \text{ (m)}}$   
 $= 1,5 \text{ m/jam}$

### b. Jumlah kompartemen

Tinggi *freeboard* : 0,3 m (ditentukan)

Panjang kompartemen *downflow* : 0,3 m (ditentukan)

Volume tiap kompartemen = panjang kompartemen x lebar kompartemen x tinggi kompartemen  
 $= (0,8 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$   
 $= 2,88 \text{ m}^3$

Volume total reaktor = debit limbah x  $T_d$   
 $= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam}$   
 $= 19,20 \text{ m}^3$

Jumlah kompartemen =  $\frac{\text{Vol. total kompartemen}}{\text{Volume tiap kompartemen}}$



$$\begin{aligned}
&= \frac{19,20 \text{ m}^3}{3,3 \text{ m}^3} \\
&= 5,82 \text{ kompartemen} \approx 6 \text{ kompartemen} \\
\text{Volume desain} &= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\
&= (0,8\text{m} + 0,3) \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\
&= 19,8 \text{ m}^2 \\
\text{Cek organik loading rate} &= \frac{Q \times \text{konsentrasi COD}}{\text{Volume desain}} \\
&= \frac{2,4 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times \frac{256\text{kg}}{1000\text{L}}}{19,8\text{m}^3} \\
&= 0,73 \text{ Kg COD/m}^3.\text{hari} \rightarrow \text{memenuhi (0,22-1,2)}
\end{aligned}$$

Perhitungan pipa inlet dan outlet

Direncanakan:

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan} &: 0,3 \text{ m/detik} \\
Q &: 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,00067 \text{ m}^3/\text{detik} \\
A &= Q / v \\
&= 0,00067 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,3 \text{ m/detik} \\
&= 0,0022 \text{ m}^2 \\
\text{Diameter} &= 0,05 \text{ m} \\
\text{Headloss} &= \left( \frac{Q}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \\
&= \left( \frac{0,67 \text{ L/detik}}{0,00155 \times 150 \times 5\text{cm}^{2,63}} \right)^{1,85} \times 2 = 0,0087 \text{ m} \\
\text{Head kecepatan} &= \left( \frac{v^2}{2 \times 9,81} \right) \\
&= \left( \frac{0,3^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,0046 \text{ m} \\
\text{Head total} &= \text{Headloss} + \text{Head Kecepatan} \\
&= 0,0087 \text{ m} + 0,0046 \text{ m} \\
&= 0,013 \text{ m}
\end{aligned}$$

Dimensi kompartemen *Anaerobic Baffled Reactor*

$$\begin{aligned}
\text{Panjang} &= (\text{panjang upflow} + \text{panjang downflow} + \text{tebal baffled}) \times \sum \text{kompartemen} \\
&= (0,8\text{m} + 0,3\text{m}) \times 6 \text{ kompartemen} \\
&= 1,1\text{m} \times 6 = 6,6\text{m}
\end{aligned}$$

Lebar	= 2 m
Tinggi	= kedalaman air + freeboard = 1,5m + 0,3m = 1,8m
Perhitungan dimensi <i>settler Anaerobic Baffled Reactor</i>	
Kedalaman	= 1,5m (mengikuti kedalaman kompartemen)
Lebar	= 2 m (mengikuti lebar kompartemen)
Td dalam <i>settler</i>	= 2 jam
V ruang Lumpur	= (BOD <sub>in</sub> -BOD <sub>ef</sub> )/1000 x Q = (158 – 77,9)/1000 x 57,6 x 24 x 30 = 11 m <sup>3</sup>
Volume air	= Q x Td tangki pengendap = (57,6 m <sup>3</sup> /hari / 24 jam/hari) x 2 jam = 2,9 m <sup>3</sup> /jam x 3 jam = 4,8 m <sup>3</sup>
Total Volume	= V ruang lumpur + V air = 11+4,8 = 15,8 m <sup>3</sup>
Panjang	= Volume / kedalaman / lebar = 15,8 m <sup>3</sup> / 1,5 m / 2 m = 5,3 m

Desain IPAL tersebut dapat dibangun pada kondisi fisik lahan di pemukiman yang padat dan minim lahan kosong. Hal tersebut dikarenakan lebar jalan yang tidak terlalu besar dan muka air tanah yang tinggi. Dengan memperhatikan  $v_{up}$  dalam kompartemen kurang dari 2 m/jam, waktu detensi lebih dari 6 jam pada kompartemen, laju beban organik dalam kompartemen antara 0,22 -1,2 Kg COD/m<sup>3</sup>.hari maka perhitungan IPAL dengan sistem komunal tersebut dapat digunakan di RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo.

### 3. Perhitungan Lumpur

Pada unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) air limbah domestik yang diolah akan menghasilkan lumpur. Berikut perhitungan lumpur di tangki pengendap dan kompartemen pada ABR.

#### Settler

Diketahui:

debit total air limbah = 57,6 m<sup>3</sup>/hari

TSS yang diolah = 210 mg/l  
 pengurasan = 2 tahun  
 waktu detensi = 2 jam  
 densitas solid = 2,65 kg/l

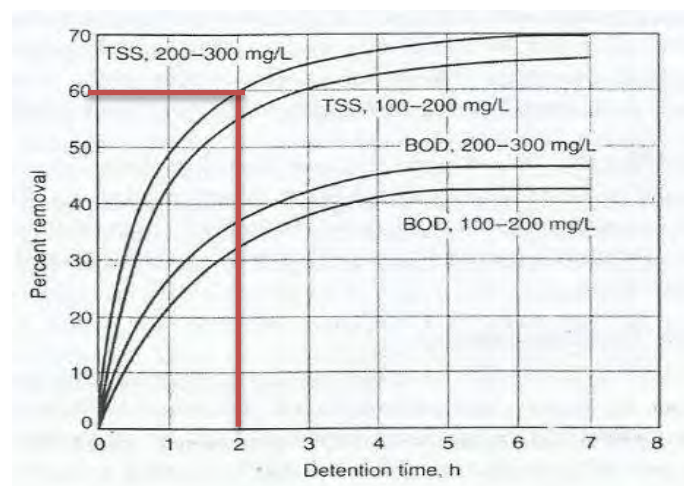
Direncanakan:

kadar solid lumpur = 5% (2%-5% berdasarkan Metcalf dan Eddy, 2004)

Berdasarkan waktu detensi yakni 2 jam, didapatkan persen removal TSS adalah 60% (Gambar 4.10). Maka TSS yang teremoval adalah sebagai berikut,

Penyisihan konsentrasi TSS = TSS in x %removal TSS  
 = 210 mg/l x 60%  
 = 84 mg/l

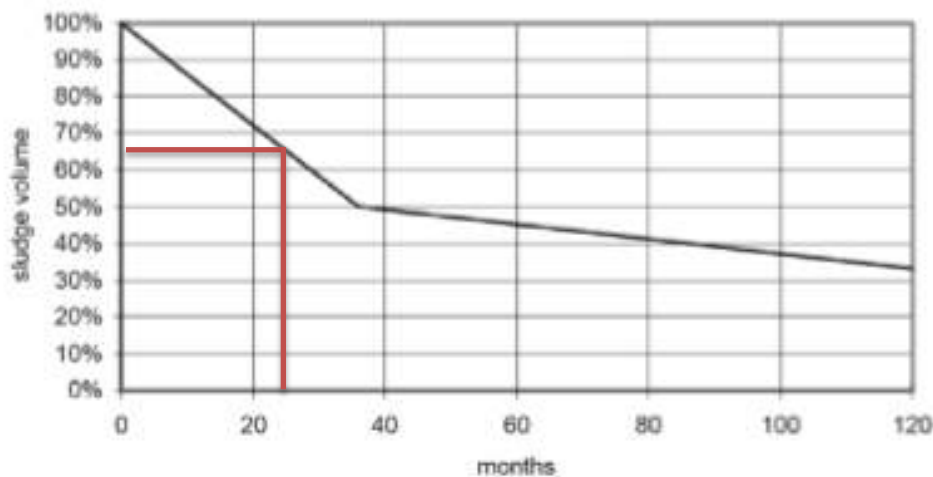
Penyisihan TSS = TSSm in x %removal TSS  
 = (210 mg/l x 57,6m<sup>3</sup>/hari/1000) x 60%  
 = 7,3 kg/hari



Sumber: Metcalf dan Eddy, 2004

Gambar 4. 10 Persentase Removal TSS dan BOD di *settler*

Massa lumpur air limbah domestik selama 2 tahun dapat dihitung dengan cara mengetahui persentase solid stabilisasi pada Gambar 4.11. Berdasarkan grafik Gambar 4.11 didapatkan persentase lumpur yang tersusut adalah 66% dan persentase stabilisasi *solid* adalah 34%.



Gambar 4. 11 Faktor Reduksi Volume Lumpur Selama Penyimpanan

Dapat diketahui massa lumpur selama 2 tahun yakni sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Lumpur} &= \text{TSSm rem} \times \% \text{solid stabilisasi} \times \text{pengurasan} \\
 &= 7,3 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 34\% \times 2 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari} \\
 &= 1.780,1 \text{ kg/2tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas Lumpur} &= \frac{(\text{kadar solid} \times \text{densitas padatan}) + (\text{kadar air} \times \rho \text{ air})}{100\%} \\
 &= \frac{(5\% \times 2,65 \text{ kg/l}) + (95\% \times 1)}{100\%} = 1,0825 \text{ kg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Lumpur} &= \frac{\text{massa lumpur}}{\text{densitas lumpur}} \\
 &= \frac{1.780,1 \text{ kg/2tahun}}{1,0825 \text{ kg/l}} = 1.644,5 \text{ liter} = 1,6445 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi lumpur} = \frac{\text{Volume lumpur}}{\text{A surface settling}} = \frac{1,6445 \text{ m}^3}{(5,3\text{m} \times 2\text{m})} = 0,16 \text{ m}$$

### Kompartemen 1

Diketahui:

$$\text{debit total air limbah} = 73,10 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{TSS influen} = 84 \text{ mg/l}$$

$$\text{pengurasan} = 2 \text{ tahun}$$

$$\text{waktu detensi} = 1,3 \text{ jam}$$

$$\text{densitas solid} = 2,65 \text{ kg/l}$$

Direncanakan:

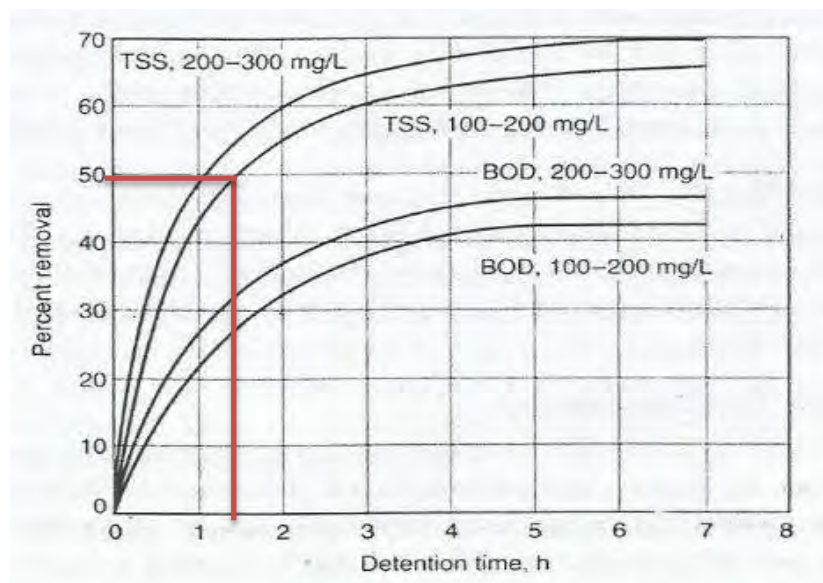
kadar solid lumpur = 5%

Perhitungan:

Berdasarkan waktu detensi yakni 1,3 jam, didapatkan persen penyisihan TSS adalah 50% (Gambar 4.11), Maka TSS yang teremoval adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\text{TSS removal} &= \text{TSS influen} \times \% \text{removal TSS} \\ &= 84 \text{ mg/l} \times 50\% \\ &= 42 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TSS removal} &= \text{TSSm in} \times \% \text{removal TSS} \\ &= (84 \text{ mg/l} \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}/1000) \times 50\% \\ &= 2,4 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$



Gambar 4. 12 Persentase Removal TSS dan BOD di kompartemen

Maka, perhitungan volume lumpur berdasarkan konsentrasi TSS adalah

$$\begin{aligned}\text{Massa Lumpur} &= \text{TSSm rem} \times \% \text{solid stabilisasi} \times \text{pengurasan} \\ &= 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 34\% \times 2 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari} \\ &= 593,4 \text{ kg}/2\text{tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Densitas Lumpur} &= \frac{(\text{kadar solid} \times \text{densitas padatan}) + (\text{kadar air} \times \rho \text{ air})}{100\%} \\ &= \frac{(5\% \times 2,65 \text{ kg/l}) + (95\% \times 1)}{100\%} = 1,0825 \text{ kg/l}\end{aligned}$$

$$\text{Volume Lumpur} = \frac{\text{massa lumpur}}{\text{densitas lumpur}}$$

$$= \frac{593,4 \text{ kg/2tahun}}{1,0825 \text{ kg/l}} = 548,2 \text{ liter} = 0,548 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi lumpur} = \frac{\text{Volume lumpur}}{\text{A surface settling}} = \frac{0,548 \text{ m}^3}{(1,1\text{m} \times 2\text{m})} = 0,25 \text{ m}$$

Hasil perhitungan kompartemen berikutnya dapat dilihat pada

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Lumpur di Kompartemen Selama 2 Tahun

Kompartemen	TSS influen (kg/m <sup>3</sup> )	TSSm removal (kg/hari)	Massa lumpur (kg/2tahun)	Volume lumpur (m <sup>3</sup> )	Tinggi lumpur (m)
tangki pengendap	0,210	7,26	1780	1,64	0,16
1	0,084	2,42	593,4	0,548	0,25
2	0,042	1,21	296,7	0,274	0,12
3	0,021	0,60	148,3	0,137	0,06
4	0,011	0,30	74,2	0,069	0,03
5	0,005	0,15	37,1	0,034	0,02
6	0,003	0,08	18,5	0,017	0,01

#### 4. Perhitungan Gas

$$\text{Koef yeild (Y)} = 0,07 \quad 0,04-1$$

$$\text{Efisiensi pengolahan (E)} = 0,7 \quad 0,6-0,9$$

$$Q = 57,60 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$S_o = 158 \quad \text{mg/L}$$

$$\text{Koef endogenus (Kd)} = 0,03 \quad 0,02-0,04$$

$$\theta_c = 720 \quad \text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa lumpur (Px)} &= Y \times Q \times E \times S_o / (1000 \text{ g/Kg}) / (1 + K_d \times \theta_c) \\ &= 0,07 \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,7 \times 158 \text{ mg/L} / (1000 \text{ g/Kg}) / (1 + 0,03 \times 720 \text{ hari}) \\ &= 0,0197 \text{ Kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume gas} &= 0,35 \text{ m}^3/\text{Kg} \times ((E \times Q \times S_o / (1000 \text{ g/Kg}) - 1,42 \times P_x)) \\ &= 0,35 \text{ m}^3/\text{Kg} \times ((0,7 \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 158 \text{ mg/L} / (1000 \text{ g/Kg}) - 1,42 \times 0,0197 \text{ Kg})) \\ &= 2,22 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, sebanyak 2,22 m<sup>3</sup>/hari terbentuk gas methan dari pengolahan limbah domestik menggunakan unit ABR.

### Perhitungan Profil Hidrolis IPAL

Elevasi tanah awal = 6 m

Kedalaman penanaman pipa menuju sumur pengumpul = 1,82 m

#### SUMUR PENGUMPUL

Elevasi muka air awal = 4,18 m

Head statistik pompa = 1,57 m

Elevasi muka air akhir = 5,75 m

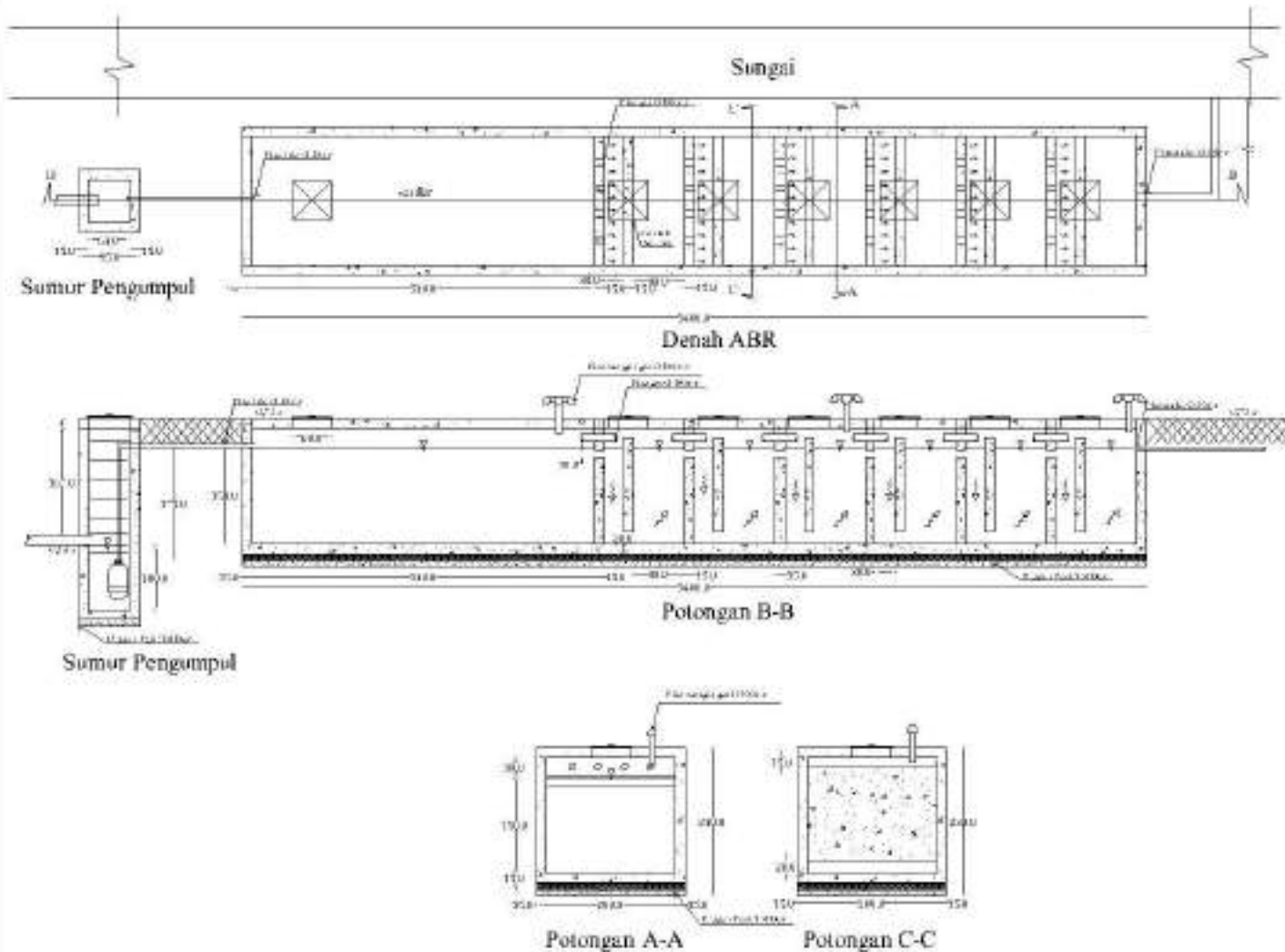
#### ABR

Elevasi muka air awal = 5,75 m

Hf inlet = 0,013 m

Hf outlet = 0,013 m

Elevasi muka air akhir = 5,73 m



Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Kiri

Revisi Perencanaan Pengolahan Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Bioreaktor Aktif  
Meningkatkan Efisiensi (Studi Kasus: Kota Surabaya)

Nama Mahasiswa

Rizki Dharma Azzahra  
(3032201001)

Dosen Pembimbing

Dr. Fakhri S. Saifuddin, S.T., M.Eng., Ph.D.  
(1968-05-05, 1998-03-30)

Judul Cover

DISKUSI PRAKTIKUM

Keterangan

Revisi

Teknik

Skala

No. Gambar

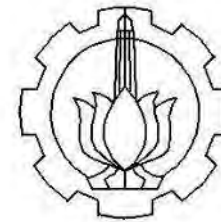
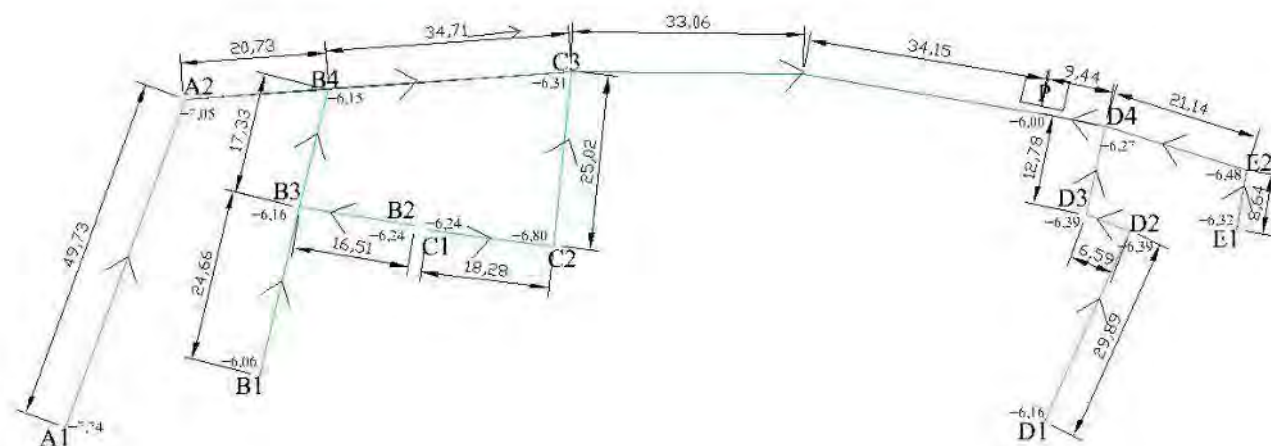
1-13



#### 4.1.1.2 Perhitungan Dimensi Pipa

Sistem penyaluran air limbah di Kelurahan Jemurwonosari RT 7 RW 2. Perhitungan dimensi pipa air limbah diperlukan untuk menyediakan kecepatan aliran dalam pipa yang lebih besar dari kecepatan minimum yang dipersyaratkan. Kecepatan minimum digunakan untuk menghindari adanya endapan dalam pipa, sedangkan kecepatan maksimum untuk menghindarkan gesekan yang berlebihan dalam pipa sehingga mengakibatkan kerusakan. Namun apabila kecepatan dalam pipa tidak mencapai 0,6 m/dt maka kemiringan pipa harus dirancang minimal 1% (*Public Utilities Department*, 2015). Untuk itu diperlukan penggelontoran air untuk mencegah endapan yang ada di dalam pipa air limbah.

Debit yang didapat dari perhitungan pembebanan,  $Q_{min}$  dan  $Q_{peak}$  total, dipakai sebagai perhitungan dalam menentukan diameter pipa. Selanjutnya ditentukan nilai  $d/D$  yaitu 0,6. Nilai ini merupakan rasio kedalaman air limbah yang proporsional untuk memastikan kondisi dimana ketika minimum akan terdapat kecepatan yang cukup untuk mencegah deposisi padatan dan ketika maksimum dapat menyediakan ventilasi udara yang cukup untuk gas yang tercipta dalam pipa air limbah (Mara et al., 2001). Dalam saluran sederhana, nilai  $d/D$  biasanya berada diantara  $0.2 < d/D < 0.8$ . Nilai  $d/D$  lalu diplot pada grafik hidraulik untuk mendapatkan rasio  $Q_p/Q_f$ .



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Kajian Perencanaan Pengolahan Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Komunal dalam  
Mencapai Universal Access di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Rofa Dhuha Afranisa  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S Soedjono Dipl. SF., MSc., PhD  
(1960-03-08 1989-03-19-01)

Judul Gambar

JARINGAN SPAL

Keterangan

— PIPA PVC Ø 4"

— PIPA PVC Ø 6"

Skala

1:900

No. Gambar

4.10

Penyaluran air limbah dilakukan melalui pipa pengumpul menuju pipa pembawa kembudian menuju instalasi pengolahan air limbah (IPAL) kemudian air hasil olahan IPAL akan dialirkan menuju sungai. Setiap pipa pembuangan memiliki beban yang berbeda sesuai dengan jumlah rumah tangga yang dilayani.

Berikut contoh perhitungan beban pipa A1-A2.

Pemakaian air bersih	= 180 L/orang.hari
Kapasitas air limbah	= Konsumsi air bersih (L/hari) x 80%
Faktor puncak	= 4 (berdasarkan grafik faktor puncak)
Direncanakan d/D	= 0,6
Kekasaran pipa (n)	= 0,013 (PVC)
Slope pipa	= 0,01
Jumlah jiwa	= 400 Jiiwa

#### **Perhitungan Debit Air Limbah**

$$\begin{aligned}
 \text{Debit air limbah} &= \text{Jumlah jiwa} \times \text{Konsumsi air bersih (L/hari)} \times 80\% \\
 &= 400 \text{ jiwa} \times 180 \text{ L/orang.hari} \times 80\% \\
 &= 5760 \text{ L/hari} \\
 &= 5,760 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Puncak (Q peak)} &= \text{Faktor puncak} \times \text{Debit air limbah} \\
 &= 4 \times 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,00027 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,27 \text{ L/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Debit minimum (Qmin)} &= 0,2 \times (\text{jumlah jiwa}/1000)^{0,2} \times \text{debit limbah} \\
 &= 0,2 \times (40/1000)^{0,2} \times 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 0,000007 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,007 \text{ L/detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan debit tiap saluran pipa dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Debit Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari

No	Pipa	Beban Saluran	Blok	Jumlah KK	Jumlah orang	Kebutuhan Air		Debit air limbah 80%			Qpeak		Qmin	
		(%)		(KK)	(jiwa)	(L/hr)	(m <sup>3</sup> /hr)	(l/hari)	(m <sup>3</sup> /hr)	(m <sup>3</sup> /dt)	m <sup>3</sup> /dt	L/dt	m <sup>3</sup> /dt	l/detik
1	A1-A2	100	A	5	40	7200	7,20	5760	5,76	0,00007	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700
2	A2-B4	100	F	5	40	7200	7,20	5760	5,76	0,00007	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700
3	B1-B3	100	B	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
4	B2-B3	100	B	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
5	B3-B4	100	B	12	96	17280	17,28	13824	13,82	0,00016	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003
6	B4-C3	100	F	22	176	31680	31,68	25344	25,34	0,00029	0,00117	1,17333	0,0000414	0,04145
7	C1-C2	100	C	3	24	4320	4,32	3456	3,46	0,00004	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379
8	C2-C3	100	C	8	64	11520	11,52	9216	9,22	0,00011	0,00043	0,42667	0,0000123	0,01231
9	C3-P	100	F	38	304	54720	54,72	43776	43,78	0,00051	0,00203	2,02667	0,0000799	0,07986
10	E1-E2	100	F	3	24	4320	4,32	3456	3,46	0,00004	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379
11	E2-D4	100	F	5	40	7200	7,20	5760	5,76	0,00007	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700
12	D1-D2	100	D	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
13	D2-D3	100	D	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
14	D3-D4	100	D	7	56	10080	10,08	8064	8,06	0,00009	0,00037	0,37333	0,0000105	0,01049
15	D4-P	100	F	12	96	17280	17,28	13824	13,82	0,00016	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003
<b>TOTAL</b>				<b>50</b>	<b>400</b>	<b>72000</b>	<b>72</b>	<b>576000</b>	<b>576</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,02667</b>	<b>26,6667</b>	<b>0,0004440</b>	<b>0,44403</b>

Sumber: Hasil perhitungan

### Perhitungan Diameter Pipa

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}} &= 0,98 \text{ (Gambar 2.4)} \\ Q_{\text{full}} &= Q_{\text{peak}} / Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}} \\ &= 0,000267 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,98 \\ &= 0,000272 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Slope} &= 0,01 \\ \text{Diameter hitung} &= (Q_{\text{full}} \times n / 0,3117 \times s^{0,5})^{0,375} \\ &= 0,000272 \text{ m}^3/\text{detik} \times 0,013 / 0,3117 \times 0,01^{0,5})^{0,375} \\ &= 0,03316 \text{ m} \\ &= 3,316 \text{ cm} \\ \text{Diameter terpakai} &= 4'' \\ &= 10,16 \text{ cm} \rightarrow 0,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimensi pipa menentukan kedalaman aliran air, untuk sistem penyaluran air limbah domestik pipa pengumpul menggunakan dimensi pipa 4'' (10,16 cm), sementara untuk pipa pembawa menggunakan diameter 6'' (15 cm). Sehingga dimensi yang digunakan menggunakan standard diameter minimum untuk penyaluran air limbah domestik. Perhitungan diameter pipa dapat dilihat pada Tabel 4.9.

### Perhitungan kecepatan minimum

$$\begin{aligned} \text{Diameter yang direncanakan} &: 4'' \rightarrow 10,16 \text{ cm} \rightarrow 0,1 \text{ m} \\ \text{Debit penuh (} Q_{\text{full}} \text{)} &= 0,3117/n \times \text{diameter (m)}^{2,67} \times s^{0,5} \\ &= 0,3117/0,013 \times 0,1 \text{ m} \times 0,1^{0,5} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 5,348 \text{ L/detik} \\ V_{\text{full}} &= \frac{1}{n} S^{1/2} 0,397 D^{2/3} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 0,1^{1/2} \times 0,397 \times 0,1^{2/3} \\ &= 0,66 \text{ m/detik} \\ Q_{\text{min}}/Q_{\text{full}} &= 0,007 \text{ L/detik} / 5,348 \text{ L/detik} \\ &= 0,001310 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik hidraulik (Gambar 2.4) didapatkan nilai  $v_{min}/v_{full}$  sebesar 0,71. Kecepatan minimum yang didapat dari hasil perkalian antara  $v_{min}/v_{full}$  dengan  $v_{full}$

$$\begin{aligned} V_{min} &= 0,71 \times 0,66 \text{ m/detik} \\ &= 0,47 \text{ m /detik} \end{aligned}$$

Perhitungan kecepatan minimum dalam pipa dapat dilihat pada Tabel 4.6. Menurut Metcalf dan Eddy (1981), kecepatan / *velocity* ( $v$ ) minimum dalam pipa pada saat debit minimum tidak kurang dari 0,3 m/detik. Sehingga  $v$  minimum dalam pipa memenuhi. Namun tetap dibutuhkan penggelontoran sebagai pemeliharaan pipa dari kemungkinan terjadinya endapan. Untuk membersihkan pipa maka dibutuhkan  $Q_{full}$  agar seluruh kotoran dalam pipa terbawa aliran air. Penggelontoran dilakukan secara berkala untuk membersihkan kotoran yang mengendap dalam pipa. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum waktu yang digunakan untuk penggelontoran pipa antara 5-15 menit. Pada perencanaan ini waktu penggelontoran selama 5 menit dan direncanakan penggelontoran dilakukan dalam waktu setahun sekali. Perhitungan volume gelontor dapat dilihat pada Tabel 4.8. Perhitungan volume penggelontoran untuk pipa A1-A2 adalah

$$\begin{aligned} V_{gelontor} &= Q_{gelontor} (\text{m}^3/\text{detik}) \times t_{gelontor} (\text{detik}) \\ &= 0,005 \text{ m}^3/\text{detik} \times 300 \text{ detik} \\ &= 1,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Volume Penggelontoran

No	Pipa	Q gelontor ( $Q_{full}$ ) $\text{m}^3/\text{detik}$	T gelontor (5menit) detik	V gelontor $\text{m}^3$
1	A1-A2	0,005	300	1,60
2	B1-B3	0,005	300	1,60
3	B2-B3	0,005	300	1,60
4	C1-C2	0,005	300	1,60
5	E1-E2	0,005	300	1,60
6	D1-D2	0,005	300	1,60
<b>Total</b>		<b>0,032</b>	<b>1800</b>	<b>9,6</b>

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari

No	Pipa	Qpeak		Qmin		Koefisien kekasaran	d/D awal	Qpeak/Qful	Qfull	Slope	Diameter hitung			Diameter terpakai	
		m3/detik	l/detik	m3/detik	l/detik						m	cm	inch	cm	m
1	A1-A2	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700	0,013	0,80	0,98	0,00027	0,01	0,03316	3,31593	4	10,16	0,10
2	A2-B4	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700	0,013	0,80	0,98	0,00027	0,01	0,03316	3,31593	6	15,24	0,15
3	B1-B3	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
4	B2-B3	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
5	B3-B4	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003	0,013	0,80	0,98	0,00065	0,01	0,04605	4,60453	4	10,16	0,10
6	B4-C3	0,00117	1,17333	0,0000414	0,04145	0,013	0,80	0,98	0,00120	0,01	0,05780	5,77964	6	15,24	0,15
7	C1-C2	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379	0,013	0,80	0,98	0,00016	0,01	0,02738	2,73787	4	10,16	0,10
8	C2-C3	0,00043	0,42667	0,0000123	0,01231	0,013	0,80	0,98	0,00044	0,01	0,03955	3,95504	4	10,16	0,10
9	C3-P	0,00203	2,02667	0,0000799	0,07986	0,013	0,80	0,98	0,00207	0,01	0,07094	7,09432	6	15,24	0,15
10	E1-E2	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379	0,013	0,80	0,98	0,00016	0,01	0,02738	2,73787	4	10,16	0,10
11	E2-D4	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700	0,013	0,80	0,98	0,00027	0,01	0,03316	3,31593	6	15,24	0,15
12	D1-D2	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
13	D2-D3	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
14	D3-D4	0,00037	0,37333	0,0000105	0,01049	0,013	0,80	0,98	0,00038	0,01	0,03762	3,76187	4	10,16	0,10
15	D4-P	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003	0,013	0,80	0,98	0,00065	0,01	0,04605	4,60453	6	15,24	0,15
<b>Total</b>		<b>0,02667</b>	<b>26,66667</b>	<b>0,0004440</b>	<b>0,44403</b>	<b>0,013</b>	<b>0,80</b>	<b>0,98</b>	<b>0,02721</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Kecepatan Minimum Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari

No	Pipa	Qmin		Koefisien kekasaran	Slope	Diameter terpakai			Qfull cek		Qmin/Qful	Vmin/ Vfull	Vfull	Vmin	d min / D full	H renang
		m3/detik	l/detik			inch	cm	m	m3/detik	L/detik						
1	A1-A2	0,0000070	0,00700	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001310	0,71	0,66	0,47	0,151	0,015
2	A2-B4	0,0000070	0,00700	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,000444	0,71	0,86	0,62	0,160	0,024
3	B1-B3	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,162	0,016
4	B2-B3	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,162	0,016
5	B3-B4	0,0000200	0,02003	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,003745	0,71	0,66	0,47	0,090	0,009
6	B4-C3	0,0000414	0,04145	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,002625	0,71	0,86	0,62	0,101	0,015
7	C1-C2	0,0000038	0,00379	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,000709	0,71	0,66	0,47	0,109	0,011
8	C2-C3	0,0000123	0,01231	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,002302	0,71	0,66	0,47	0,109	0,011
9	C3-P	0,0000799	0,07986	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,005058	0,71	0,86	0,62	0,114	0,017
10	E1-E2	0,0000038	0,00379	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,000709	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
11	E2-D4	0,0000070	0,00700	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,000444	0,71	0,86	0,62	0,114	0,017
12	D1-D2	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
13	D2-D3	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
14	D3-D4	0,0000105	0,01049	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001961	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
15	D4-P	0,0000200	0,02003	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,001268	0,71	0,86	0,62	0,114	0,017

Sumber: Hasil perhitungan



### Perhitungan penanaman pipa

Penanaman pipa dihitung berdasarkan besar *slope* pipa yang direncanakan pada perhitungan dimensi pipa. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum tahun 2011, kedalaman penanaman pipa untuk pipa service minimum 0,75m dan penanaman pipa lateral kedalaman minimum 1 m dari permukaan tanah. Pada perencanaan penanaman pipa service ini menggunakan penanaman sedalam 0,8m. Contoh perhitungan penanaman pipa A1-A2 adalah sebagai berikut:

Diameter terpakai	= 0,1 m
Panjang saluran	= 49,73 m
<i>Slope</i> rencana	= <i>slope</i> pipa = 0,01
Kedalaman awal	= 0,8 m
Elevasi muka tanah awal	= 7,47 m
Elevasi muka tanah akhir	= 7,05 m
HL	= <i>Slope</i> x Panjang saluran = 0,01 x 49,73 m = 0,05 m

#### Kedalaman awal

Elevasi tanah atas	= 7,47 m
Elevasi awal pipa atas	= 7,47 m – 0,8 = 6,67 m
Elevasi awal pipa bawah	= 6,67 m – 0,1m = 6,57 m

#### Kedalaman akhir

Elevasi awal pipa atas	= 6,67 m
Elevasi akhir pipa atas	= 6,67 m – 0,5 = 6,17 m
Elevasi akhir pipa bawah	= 6,17 m – 0,1m = 6,07 m

#### Kedalaman penanaman

Awal	= Elevasi tanah awal – Elevasi pipa awal bawah = 7,47 – 6,57 = 0,9 m
Akhir	= 7,05 – 6,07 – 0,1 = 0,98 m

Hasil perhitungan penanaman pipa sistem penyaluran air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Penanaman Pipa

No	Pipa	Slope	Diameter terpakai			L	Elevasi Tanah (m)		Elevasi Pipa Awal (m)		Elevasi Pipa Akhir (m)		Kedalaman Penanaman (m)	
			inch	cm	m	m	Awal	Akhir	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
1	A1-A2	0,01	4	10,16	0,10	49,73	7,47	7,05	6,67	6,57	6,17	6,07	0,90	0,98
2	A2-B4	0,01	6	15,24	0,15	20,73	7,05	6,65	6,17	6,02	5,97	5,81	1,03	0,84
3	B1-B3	0,01	4	10,16	0,10	24,66	6,06	6,16	5,26	5,16	5,01	4,91	0,90	1,25
4	B2-B3	0,01	4	10,16	0,10	16,51	6,24	6,16	5,44	5,34	5,27	5,17	0,90	0,99
5	B3-B4	0,01	4	10,16	0,10	17,33	6,16	6,65	5,27	5,17	5,10	5,00	0,99	1,65
6	B4-C3	0,01	6	15,24	0,15	34,71	6,65	6,31	5,10	4,95	4,75	4,60	1,70	1,71
7	C1-C2	0,01	4	10,16	0,10	18,28	6,24	6,80	5,44	5,34	5,26	5,16	0,90	1,64
8	C2-C3	0,01	4	10,16	0,10	25,02	6,80	6,31	5,26	5,16	5,01	4,91	1,64	1,40
9	C3-P	0,01	6	15,24	0,15	67,21	6,31	6,00	5,01	4,85	4,33	4,18	1,46	1,82
10	E1-E2	0,01	4	10,16	0,10	8,64	6,32	6,48	5,52	5,42	5,43	5,33	0,90	1,15
11	E2-D4	0,01	6	15,24	0,15	21,14	6,48	6,27	5,43	5,28	5,22	5,07	1,20	1,20
12	D1-D2	0,01	4	10,16	0,10	29,89	6,16	6,39	5,36	5,26	5,06	4,96	0,90	1,43
13	D2-D3	0,01	4	10,16	0,10	6,59	6,39	6,39	5,06	4,96	5,00	4,89	1,43	1,50
14	D3-D4	0,01	4	10,16	0,10	12,78	6,39	6,27	5,00	4,89	4,87	4,77	1,50	1,50
15	D4-P	0,01	6	15,24	0,15	9,44	6,27	6,00	4,87	4,72	4,33	4,18	1,56	1,82

Sumber: Hasil Analisis

## 4.2 Aspek Pembiayaan

### 4.2.1 Rencana Investasi Pengelolaan Air Limbah Domestik

Dalam meminimalisir pencemaran lingkungan yang terjadi pada permukiman yang masih buang air besar sembarangan di Kota Surabaya, dibutuhkan upaya pembangunan sarana fisik untuk IPAL beserta jaringan perpipaannya. RAB adalah biaya-biaya yang diperlukan dalam pengadaan peralatan dan biaya pembayaran tenaga kerja. Dalam perhitungan rencana anggaran belanja untuk pekerjaan fisik analisis pekerjaan menggunakan harga satuan pokok kerja (HSPK) yang dikeluarkan oleh pemerintah Kota Surabaya dengan pedoman SNI.

Dalam menentukan rancangan anggaran biaya dibutuhkan analisis BOQ atau *Bill of Quantity* yang merupakan rincian jumlah dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah. Perhitungan BOQ ini menggunakan lokasi RT 7 RW 2 Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo. Berikut merupakan hasil perhitungan dari peralatan dan pekerjaan yang akan digunakan dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah.

#### 4.2.1.1 BOQ Kebutuhan Pipa

Perencanaan sistem penyaluran air limbah ini menggunakan pipa PVC. Data masing-masing diameter dan panjang pipa diketahui dari perhitungan dimensi pipa. Satu pipa PVC memiliki panjang 6 m, sehingga terdapat perhitungan jumlah kebutuhan pipa PVC. Berikut ini perincian jumlah (BOQ) perpipaan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Jumlah Pipa RT 7 RW 2 Jemurwonosari

Diameter Pipa (m)	Panjang. Pipa (m)	Panjang Pipa / Batang (m)	Jmlh kebutuhan Pipa (Batang)
100 mm	209,43	34,91	35
150 mm	153,23	25,54	26

Sumber: Hasil Perhitungan

#### BOQ Aksesoris Pipa

Dalam perencanaan ini, aksesoris pipa menggunakan Tee PVC dan Bend PVC. Aksesoris pipa dapat dilihat pada Tabel 4.13

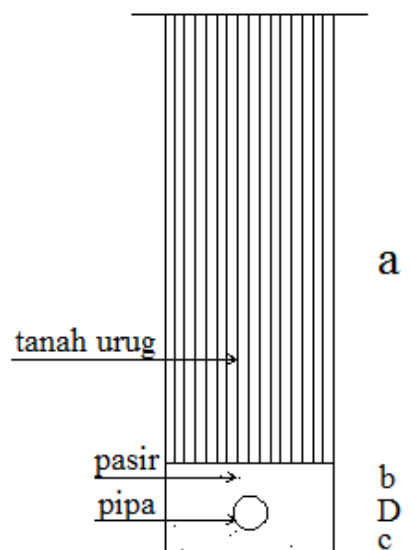
Tabel 4. 13 Jumlah Aksesoris Pipa Jemurwonosari

No	Jenis	Jumlah
1	Bend PVC 45 ø 150 mm	1
2	Bend PVC 22,5 ø 150 mm	1

Sumber: Hasil Perhitungan

### BOQ Galian dan Urugan Pipa

Penggalian pipa yang direncanakan pada keadaan jalan paving seperti Gambar 4.13. Penanaman pipa dari muka tanah direncanakan sesuai dengan perhitungan penanamang pipa yang telah dihitung sebelumnya.



Gambar 4. 13 Tipikal Galian Pipa Air Limbah

Tabel 4. 14 Dimensi Galian yang direncanakan

D (m)	a (m)	b (m)	c (m)
0.1	0,8	0.15	0.1
0.15	1	0.15	0.1

Sumber: Hasil Perhitungan

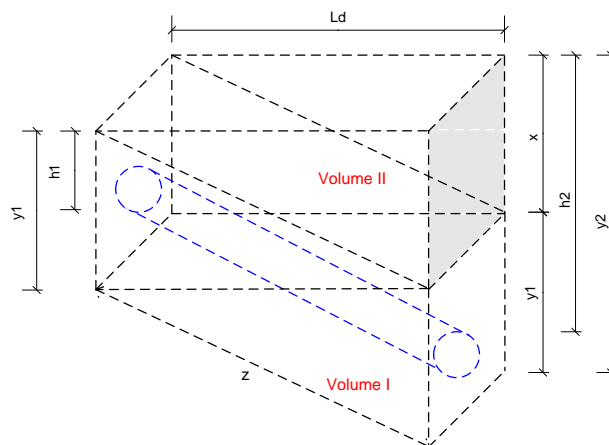
Tabel 4. 15 Dimensi Galian yang terpakai Jemurwonosari

Jalur Pipa	D (m)	a (m)	b (m)	c (m)
A1-A2	0,10	0,8	0,15	0,1
A2-B4	0,15	0,8	0,15	0,1
B1-B3	0,10	0,8	0,15	0,1

Jalur Pipa	D (m)	a (m)	b (m)	c (m)
B2-B3	0,10	0,8	0,15	0,1
B3-B4	0,10	0,8	0,15	0,1
B4-C3	0,15	0,8	0,15	0,1
C1-C2	0,10	0,8	0,15	0,1
C2-C3	0,10	0,8	0,15	0,1
C3-P	0,15	0,8	0,15	0,1
E1-E2	0,10	0,8	0,15	0,1
E2-D4	0,15	0,8	0,15	0,1
D1-D2	0,10	0,8	0,15	0,1
D2-D3	0,10	0,8	0,15	0,1
D3-D4	0,10	0,8	0,15	0,1
D4-P	0,15	0,8	0,15	0,1

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya menghitung volume galian pipa. Penanaman pipa menggunakan ilustrasi Gambar 4.12.



Gambar 4. 14 Ilustrasi Gambar Penanaman Pipa

Dari gambar bentuk galian yang direncanakan sepanjang pipa, dapat dihitung *Bill Of Quantity* (BOQ) untuk galian pipa adalah sebagai berikut :

- D = diameter pipa.
- h = kedalaman penanaman pipa.
- h<sub>1</sub> = kedalaman penanaman pipa awal.
- h<sub>2</sub> = kedalaman penanaman pipa akhir.
- y = kedalaman galian = h + D + c.
- y<sub>1</sub> = kedalaman galian awal.
- y<sub>2</sub> = kedalaman galian akhir.

$$x = y_2 - y_1$$

$$z = [(y^2) + (L \text{ pipa}^2)]^{1/2}$$

$$\text{Volume galian I} = [(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times L_d$$

$$\text{Volume galian II} = \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + D] \times X \times L_d$$

$$\text{Volume galian total} = \text{Volume galian I} + \text{Volume galian II}$$

$$\text{Volume pipa} = \frac{1}{4} \pi D^2 \times L_d$$

$$\text{Volume urugan pasir} = [D + (0,3 \times 2)] \times (b + D + c) \times L_d - \text{Volume pipa}$$

$$\text{Volume Sisa Tanah Galian} = \text{Volume galian total} - \text{Volume urugan pasir}$$

Contoh perhitungan BOQ penanaman pipa untuk pipa A1-A2

Diketahui

$$\text{Elevasi tanah pipa awal} = 7,47$$

$$\text{Elevasi tanah pipaakhir} = 7,05$$

$$D = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang saluran} = L_d = 49,73 \text{ m}$$

$$a = 0,8$$

$$b = 0,15$$

$$c = 0,1$$

$$h_1 = \text{kedalaman penanaman pipa awal} = 0,9 \text{ m}$$

$$h_2 = \text{kedalaman penanaman pipa akhir} = 1 \text{ m}$$

$$y_1 = \text{kedalaman galian awal} = 1,25 \text{ m}$$

$$y_2 = \text{kedalaman galian akhir} = 1,33 \text{ m}$$

$$x = y_2 - y_1 = 1,33 - 1,25 = 0,08 \text{ m}$$

$$z = [(y_1^2) + (L \text{ pipa}^2)]^{1/2}$$

$$= [(1,25^2) + (49,73^2)]^{1/2} = 50$$

Volume galian I

$$= [(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times L_d$$

$$= [(0,3 \times 2) + 0,1] \times 1,25 \times 49,73$$

$$= 43,739 \text{ m}^3$$

Volume galian II

$$= \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + D] \times X \times L_d$$

$$= \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + 0,1] \times 0,08 \times 49,73 = 1,349 \text{ m}^3$$

Volume galian total

$$= \text{Volume galian I} + \text{Volume galian II}$$

$$= 43,739 \text{ m}^3 + 1,349 \text{ m}^3 = 45,087 \text{ m}^3$$

Volume pipa =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times L_d$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,1^2 \times 49,73 = 0,403 \text{ m}^3$$

Volume urugan pasir

$$= [D + (0,3 \times 2)] \times (b + D + c) \times L_d - \text{Volume pipa}$$

$$= \{ [0,1 + (0,3 \times 2)] \times (0,15 + 0,1 + 0,2) \times 146,4 \} - 0,403$$

$$= 11,865 \text{ m}^3$$

Volume Sisa Tanah Galian

$$= \text{Volume galian total} - \text{Volume urugan pasir}$$

$$= 45,087 \text{ m}^3 - 11,865 \text{ m}^3 = 33,223 \text{ m}^3$$

Perhitungan bongkar paving dan volume galian pekerjaan SPAL dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4. 16 BOQ Bongkar Paving Jemurwonosari

Panjang Pipa (m)	Lebar Galian	Luas
49,73	0,702	34,891
20,73	0,752	15,598
24,66	0,702	17,302
16,51	0,702	11,583
17,33	0,702	12,159
34,71	0,752	26,115
18,28	0,702	12,826
25,02	0,702	17,550
67,21	0,752	50,569
8,64	0,702	6,0618
21,14	0,752	15,905
29,89	0,702	20,970
6,59	0,702	4,6235
12,78	0,702	8,9664
9,44	0,752	7,1026
<b>Total</b>		<b>262,226</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 17 Volume galian pipa

Sumber: Hasil Perhitungan

Jalur pipa	Panjang pipa (m)	D (m)	Kedalaman		Kedalaman Galian		X	Z	Volume galian (m <sup>3</sup> )		Volume galian total (m <sup>3</sup> )	Volume pipa (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume sisa tanah galian (m <sup>3</sup> )
			Awal h1 (m)	Akhir h2 (m)	Awal y1 (m)	Akhir y2 (m)			I	II				
A1-A2	49,73	0,10	0,9	1,0	1,25	1,33	0,08	50	43,74	1,349	45,087	0,403	11,865	33,223
A2-B4	20,73	0,15	1,0	0,8	1,43	1,24	-0,19	21	22,39	-1,503	20,887	0,378	5,898	14,989
B1-B3	24,66	0,10	0,9	1,2	1,25	1,60	0,35	25	21,71	2,998	24,709	0,200	5,883	18,825
B2-B3	16,51	0,10	0,9	1,0	1,25	1,34	0,09	17	14,56	0,493	15,051	0,134	3,939	11,112
B3-B4	17,33	0,10	1,2	1,9	1,60	2,26	0,66	17	19,53	4,032	23,567	0,140	4,135	19,432
B4-C3	34,71	0,15	2,0	2,0	2,36	2,37	0,01	35	61,90	0,093	61,992	0,633	9,876	52,116
C1-C2	18,28	0,10	0,9	1,6	1,25	2,00	0,74	18	16,11	4,763	20,874	0,148	4,361	16,512
C2-C3	25,02	0,10	1,6	1,4	2,00	1,76	-0,24	25	35,15	-2,105	33,044	0,203	5,969	27,075
C3-P	67,21	0,15	1,5	1,8	1,86	2,22	0,36	67	93,98	9,155	103,138	1,225	19,123	84,015
E1-E2	8,64	0,10	0,9	1,1	1,25	1,50	0,25	9	7,678	0,747	8,423	0,070	2,061	6,362
E2-D4	21,14	0,15	1,2	1,2	1,60	1,60	0,00	21	25,54	0,011	25,552	0,385	6,015	19,537
D1-D2	29,89	0,10	0,9	1,4	1,25	1,78	0,53	30	26,30	5,546	31,849	0,242	7,131	24,718
D2-D3	6,59	0,10	1,4	1,5	1,78	1,85	0,07	7	8,54	0,152	8,688	0,053	1,572	7,116
D3-D4	12,78	0,10	1,5	1,5	1,85	1,86	0,01	13	16,74	0,035	16,777	0,104	3,049	13,728
D4-P	9,44	0,15	1,6	1,8	1,96	2,22	0,26	10	14,20	0,932	15,131	0,172	2,686	12,445
<b>TOTAL</b>											<b>454,769</b>	<b>4,491</b>	<b>93,565</b>	<b>361,205</b>



## BOQ Manhole

Manhole dihitung dari total jumlah manhole yang dibutuhkan pada sistem penyaluran air limbah Kelurahan Jemurwonosari.

Tinggi manhole	= kedalaman akhir galian pipa (y2)
Lebar manhole	= 0,9 (kedalaman manhole <0,8m)
Panjang	= 1,2 (kedalaman manhole <0,8m)
Volume	= MH x tinggi x panjang x lebar = 1 x 1,33 x 1,2 x 0,9 = 1,44 m <sup>3</sup>
Volume lantai	= MH x tebal lantai x panjang x lebar = 1 x 0,1 x 1,2 x 0,9 = 0,108 m <sup>3</sup>
Volume Balok	= 0,15 x 0,15 x tinggi x jumlah balok = 0,15 x 0,15 x 1,33 x 4 = 0,119 m <sup>3</sup>

Tabel 4. 18 BOQ Manhole

Jalur	MH	Tinggi (m)	Lbr (m)	Pjg (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Tebal Lantai MH (m)	Vol. lantai (m <sup>3</sup> )	Luas m <sup>2</sup>	Balok (m <sup>3</sup> )	Dinding (m <sup>3</sup> )
A1-A2	1	1,33	0,9	1,2	1,44	0,1	0,108	1,08	0,119	2,874
A2-B4	1	1,24	0,9	1,2	1,34	0,1	0,108	1,08	0,112	2,677
B1-B3	1	1,60	0,9	1,2	1,73	0,1	0,108	1,08	0,144	3,455
B3-B4	1	2,26	0,9	1,2	2,44	0,1	0,108	1,08	0,204	4,888
B4-C3	1	2,37	0,9	1,2	2,56	0,1	0,108	1,08	0,213	5,123
C1-C2	1	2,00	0,9	1,2	2,16	0,1	0,108	1,08	0,179	4,311
C2-C3	1	1,76	0,9	1,2	1,90	0,1	0,108	1,08	0,158	3,793
C3-P	1	2,22	0,9	1,2	2,40	0,1	0,108	1,08	0,199	4,794
E1-E2	1	1,50	0,9	1,2	1,62	0,1	0,108	1,08	0,134	3,239
E2-D4	1	1,60	0,9	1,2	1,73	0,1	0,108	1,08	0,144	3,461
D1-D2	1	1,78	0,9	1,2	1,92	0,1	0,108	1,08	0,160	3,849
D2-D3	1	1,85	0,9	1,2	2,00	0,1	0,108	1,08	0,166	3,992
D3-D4	1	1,86	0,9	1,2	2,00	0,1	0,108	1,08	0,167	4,009
D4-P	1	2,22	0,9	1,2	2,40	0,1	0,108	1,08	0,199	4,794
<b>TOTAL</b>					<b>27,63</b>		<b>1,512</b>	<b>15,12</b>	<b>2,303</b>	<b>55,265</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.2.1.2 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya untuk pengolahan air limbah domestik di RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo terdiri dari pekerjaan konstruksi sistem penyaluran air limbah dan pekerjaan konstruksi instalasi pengolahan air limbah. Analisis harga didapatkan dari HSPK Kota Surabaya 2015. Berikut hasil perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pekerjaan prasarana sanitasi lingkungan permukiman untuk lokasi RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari.

##### Rencana anggaran biaya konstruksi SPAL

Rencana anggaran biaya konstruksi sistem penyaluran air limbah terdiri dari pekerjaan pemasangan pipa, pengadaan pipa dan aksesoris, dan pekerjaan pengadaan manhole. Pekerjaan pemasangan pipa didapat dari perkalian volume dengan harga satuan pokok kerja (HSPK) Kota Surabaya tahun 2015. Berikut merupakan rincian harga satuan yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemasangan pipa yang tertera pada Tabel 4.19 hingga Tabel 4.25.

Tabel 4. 19 Pembongkaran Paving Dipakai Kembali

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,04	99.000	3.960
2	Mandor	OH	0,02	120.000	2.400
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>6.360</b>

Tabel 4. 20 Galian Tanah Biasa

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,9	99.000	89.100
2	Mandor	OH	0,045	120.000	5.400
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>94.500</b>

Tabel 4. 21 Pembuangan tanah lebih dari 150 m

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,516	99.000	51.084
2	Mandor	OH	0,05	120.000	6.000
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>57.084</b>

Tabel 4. 22 Pemasangan Pipa Air Kotor PVC Ø 110mm

No.	Uraian Kegiatan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	Or Hr	0,081	99.000	8.019
2	Tukang	Or Hr	0,135	105.000	14.175
3	Kepala Tukang	Or Hr	0,0135	110.000	1.485
4	Mandor	Or Hr	0,0041	120.000	492
BAHAN					
1	Pipa dia.110 mm Uk. 4 inchi Pj 4 M	Batang	0,3	89.000	26.700
2	Pipa dia.110 mm Uk. 4 inchi Pj 4 M	Batang	0,105	89.000	9.345
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>60.216</b>

Tabel 4. 23 Pemasangan Pipa Air Kotor PVC Ø 160mm

No.	Uraian Kegiatan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	Or Hr	0,081	99.000	8.019
2	Tukang	Or Hr	0,135	105.000	14.175
3	Kepala Tukang	Or Hr	0,0135	110.000	1.485
4	Mandor	Or Hr	0,0041	120.000	492
BAHAN					
1	Pipa dia.160 mm Uk. 6 inchi Pj 4 M	Batang	0,2	166.900	33.380
2	Pipa dia.160 mm Uk. 6 inchi Pj 4 M	Batang	0,07	166.900	11.683
<b>Harga Satuan Pekerjaan 6 m</b>					<b>69.234</b>

Tabel 4. 24 Urugan Pasir Per m<sup>3</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
BAHAN					
1	Pasir Urug	m3	1,2	143.500	172.200

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,3	99.000	29.700
2	Mandor	OH	0,01	120.000	1.200
Harga Satuan Pekerjaan					203.100

Tabel 4. 25 Urugan Tanah Dipadatkan Per m<sup>3</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan	Jumlah
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,5	99.000	49.500
2	Mandor	OH	0,05	120.000	6.000
Harga Satuan Pekerjaan					55.500

Jumlah volume pekerjaan pemasangan pipa dapat dilihat pada Tabel 4.19 hingga Tabel 4.25. Jumlah volume yang didapat selanjutnya dikalikan dengan HSPK Kota Surabaya. Uraian pekerjaan pemasangan pipa dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Pekerjaan Pemasangan Pipa

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Bongkar Jalan Paving dipakai kembali	m <sup>2</sup>	262,23	6.360	1.667.760
2	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	454,77	94.500	42.975.714
3	Buangan tanah lebih 150 m	m <sup>3</sup>	98,06	57.084	5.589.165
4	Pengadaan dan pasang Pipa PVC D dia. 100 mm	m <sup>1</sup>	146,94	60.216	8.847.903
5	Pengadaan dan pasang Pipa PVC D dia. 150 mm	m <sup>1</sup>	115,29	69.234	7.982.005
6	Urugan pasir dasar pipa	m <sup>3</sup>	93,56	203.100	19.003.000
7	Urugan tanah dipadatkan	m <sup>3</sup>	361,20	55.500	20.046.862
<b>Sub total Pemasangan Pipa</b>					<b>106.112.409</b>

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.26 Total pekerjaan pemasangan pipa penyaluran air limbah di Kelurahan Jemurwonosari sebesar Rp 106.112.409. Adapun biaya pengadaan pipa dan aksesoris dapat dilihat pada Tabel 4.27. Volume pipa PVC AW didapat dari panjang pipa yang dibutuhkan dibagi dengan 6 m (panjang 1 pipa).

Tabel 4. 27 Pengadaan Pipa dan Aksesoris

No	Uraian	Satuan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pipa PVC AW 100mm	bh	35	73.896	2.586.360
2	Pipa PVC AW 150mm	bh	26	153.864	4.000.464
3	Bend PVC 45 ø 150 mm	bh	1	232.230	232.230
4	Bend PVC 22,5 ø 150 mm	bh	1	100.000	100.000
<b>Total pekerjaan pipa dan aksesois</b>					<b>6.919.054</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Total biaya pengadaan pipa dan aksesoris di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo sebesar Rp 6.919.054. Selanjutnya uraian pekerjaan pengadaan manhole dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Pengadaan Manhole

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembongkaran paving yang tidak digunakan kembali	m <sup>2</sup>	16,2	3.100	103.032
2	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	27,63	94.500	2.611.174
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m <sup>3</sup>	27,63	33.800	933.944
4	Urugan pasir	m <sup>3</sup>	1,51	203.100	307.087
5	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m <sup>3</sup>	1,51	141.000	341.653
6	Pasangan dinding bata merah	m <sup>3</sup>	60,42	141.000	8.519.457
7	Pelapisan Waterproofing	m <sup>2</sup>	60,42	59.800	3.613.216
8	Buangan tanah lebih dari 150m	m <sup>3</sup>	24,67	57.000	1.574.994
<b>Sub total pekerjaan manhole</b>					<b>18.004.558</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Total biaya pekerjaan manhole di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo sebesar Rp 18.004.558.

### Rencana anggaran biaya konstruksi IPAL

Rencana anggaran biaya konstruksi IPAL terdiri dari pekerjaan konstruksi sumur pengumpul dan pekerjaan konstruksi ABR. Uraian pekerjaan konstruksi dan sumur pengumpul serta unit ABR dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan Tabel 4.30

Tabel 4. 29 Pekerjaan Konstruksi Sumur Pengumpul

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	0,549	94.500	51.904
2	Beton Penutup	m <sup>3</sup>	0,169	1.088.536	183.957
3	Lantai Kerja	m <sup>3</sup>	0,042	1.088.536	45.989
4	Pembetonan dinding	m <sup>3</sup>	0,338	1.100.200	371.868
5	Urugan Pasir	m <sup>3</sup>	0,056	203.100	11.424
6	Pompa	bh	1	16.000.000	16.000.000
7	Bend PVC 90° 50mm	bh	2	232.230	464.460
8	Pipa Outlet 50 mm	bh	2	24.751	59.502
9	Tangga	kg	4	11.193	44.772
<b>Sub total pekerjaan konstruksi sumur pengumpul</b>					<b>18.523.061</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Tabel 4. 30 Pekerjaan Konstruksi *Anaerobic Baffled Reactor*

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembongkaran paving yang tidak digunakan kembali	m <sup>2</sup>	32,20	3.100	178.080,00
2	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	75,44	94.500	5.424.300,00
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m <sup>3</sup>	75,44	33.800	1.940.120,00
4	Urugan pasir	m <sup>3</sup>	4,83	203.100	853.020,00
5	lantai kerja	m <sup>3</sup>	4,83	983.200	4.129.440,00
6	Pekerjaan kolom beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m <sup>3</sup>	0,06	6.004.779	364.790,32
7	Pekerjaan dinding beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m <sup>3</sup>	15,12	6.395.469	96.699.491,28
8	Pekerjaan plat beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m <sup>3</sup>	4,83	3.057.799	12.842.755,80
9	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m <sup>3</sup>	4,83	3.057.799	12.842.755,80
10	Pelapisan Waterproofing	m <sup>2</sup>	19,95	59.800	1.155.336,00
11	Pengurugan tanah dengan pemadatan	m <sup>3</sup>	9,80	55.500	543.900,00
<b>Sub total pekerjaan konstruksi anaerobic baffled reactor</b>					<b>143.472.360,94</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Total biaya untuk pembangunan pengolahan air limbah dengan sistem komunal di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Rencana Investasi Pengelolaan Air Limbah Domestik

NO	URAIAN PEKERJAAN	HARGA (Rp)
A	Pekerjaan pemasangan pipa	106.112.408,96
B	Pengadaan dan pemasangan pipa dan accessories	6.919.054,00
C	Pengadaan dan pemasangan manhole	18.004.557,92
D	Pekerjaan konstruksi <i>anaerobic baffled reactor</i>	143.472.360,94
E	Pekerjaan Konstruksi Sumur Pengumpul	18.523.061,00
	Jumlah	292.845.508,78
	PPN 10%	29.284.550,87
	Jumlah Total	322.130.059,65
	Dibulatkan	<b>322.130.000,00</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.31 diketahui bahwa kebutuhan investasi untuk pembangunan IPAL beserta jaringannya di RT7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya mencapai Rp. 322.130.000,00.

#### 4.2.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan Limbah Domestik

Dalam pemenuhan biaya operasional dan pemeliharaan haruslah dilakukan sendiri oleh masyarakat yang terlayani oleh IPAL secara desentralisasi. Hal tersebut dimaksudkan agar masyarakat bertanggung jawab terhadap pengolahan air limbah mereka. Perencanaan biaya pemeliharaan ini dilakukan tiap tahun. Biaya operasional dan pemeliharaan terdiri dari pemeliharaan tangki IPAL dan pemeliharaan sistem penyaluran air limbah. Perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan direncanakan untuk setiap tahun. Pemeliharaan tangki ABR yaitu dengan melakukan pengurasan terhadap lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan. Biaya pengurasan sedot WC dipasaran berkisar antara Rp100.000 hingga 170.000 per meter kubik bergantung pada kondisi yang dikerjakan, volume, servis bongkar dan tersumbat dan jarak selang panjangnya asumsi yang digunakan ialah Rp 100.000. Pemeliharaan jaringan pipa akan dilakukan penggelontoran. Rincian mengenai pembiayaan operasional dan pemeliharaan IPAL dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4. 32 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

No	URAIAN PEKERJAAN	KETERANGAN	JUMLAH HARGA	HARGA / BULAN
			(Rp)	(Rp)
A	Honor Operator dan Penjaga	4x/bulan @50.000/inspeksi x 1 orang	200.000,00	200.000,00
B	Listrik	0,25 Kw (pompa <i>submersible</i> air kotor) x Rp 1300 / kwh x 10 jam/hari	117.000,00	117.000,00
C	Pemeliharaan Pengurasan bak ABR	45,22 m <sup>3</sup> /2tahun x Rp100.000	4.522.000,00	188.416,67
D	Penggelontoran	Sewa truk tangki /tahun	400.000,00	33.333,33
<b>Jumlah</b>				<b>499.750</b>

Sumber : Hasil analisis

Berdasarkan hasil analisis biaya operasional dan pemeliharaan untuk pengolahan air limbah dengan sistem komunal, didapatkan biaya yang harus dikeluarkan setiap bulan adalah Rp 499.750. Sesuai dengan Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 47 tahun 2015, bahwa pengoperasian dan pemeliharaan IPAL komunal akan ditanggung oleh masyarakat, sehingga pembiayaan tersebut akan ditanggung oleh masyarakat. Berdasarkan hasil wawancara dengan Ketua RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari warga siap menanggung biaya operasional dan pemeliharaan dengan melakukan iuran antara Rp 5000 hingga Rp 10.000. Berdasarkan hasil perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan per bulan, iuran per KK per bulan sebesar Rp 9.995 dibulatkan menjadi Rp10.000

#### 4.2.3 Analisis Manfaat Biaya

Dalam melakukan analisis manfaat biaya dari suatu alternatif proyek diperlukan apa saja manfaat yang didapat dalam proyek tersebut serta apa saja ongkos yang harus ditanggung. Benefit atau manfaat adalah semua manfaat positif yang akan dirasakan oleh masyarakat umum dengan terlaksananya suatu proyek.

Manfaat yang dapat diperoleh dari pembangunan IPAL komunal ialah terhindar dari penyakit diare. Menurut Handayani (2012), rata-rata total biaya untuk penyakit diare yang terdiri dari pengobatan, rawat inap, biaya lab dan biaya dokter sebesar Rp 610.445,00 per orang. Menurut data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya



tahun 2015 Kelurahan Jemurwonosari memiliki jumlah penderita BABS rata rata ada 11 orang disetiap RT. Selain itu apabila masyarakat membangun IPAL komunal akan lebih mudah perawatannya dibandingkan dengan pengurusan tangki septik. Rata-rata biaya untuk pengurusan tangki septik pertahun ialah Rp 450.000 per 3 tahun. Sehingga, terwujudnya pembangunan IPAL komunal akan mengurangi penyakit diare yang disebabkan oleh tercemarnya lingkungan akibat buang air besar sembarangan.

Ongkos yang harus dikeluarkan dalam proyek ini adalah ongkos konstruksi dan ongkos perawatan. Perhitungan manfaat ini menggunakan tingkat bunga 10% umur proyek diperkirakan hingga 10 tahun. Adapun rincian biaya mafaat yang didapat dan biaya ongkos yang dikeluarkan ialah

Biaya manfaat:

1. Terhindar dari diare (biaya pengobatan x jumlah orang terkena diare tiap tahun) = Rp 6.710.000 /tahun
2. Pengurusan lumpur di tangki septik (Rp 450.000/3 tahun x 50 rumah = Rp 7.500.000 /tahun

Biaya ongkos:

1. Biaya operasional per bulan = Rp 5.200.000 /tahun
2. Biaya investasi IPAL = Rp 322.130.000

Selanjutnya akan menghitung kelayakan dari proyek pembangunan IPAL berdasarkan kriteria *net present value* (NPV) dan *benefit cost ratio* (BCR). NPV adalah kriteria invetasi yang banyak digunakan dalam mengukur apakah suatu proyek layak atau tidak. Penentuan NPV pada sebuah proyek membutuhkan data tentang perkiraan biaya investasi, operasi, pemeliharaan dan perkiraan benefit dari proyek yang direncanakan. Begitu pula dengan BCR digunakan untuk menentukan apakah proyek yang direncanakan dapat dilaksanakan atau tidak. Untuk mengetahui kelayakan proyek pembangunan IPAL komunal dihitung dengan metode NPV dan BCR.

#### 1. NPV

Diketahui

Umur proyek dapat berjalan hingga 10 tahun

Nilai diskrit didapat dari  $(P/A, 10\%, n)$

$A$  = biaya manfaat tiap tahun       $n$  = tahun

Tabel 4. 33 Perhitungan NPV

Thn	Cost (Rp)	Benefit (Rp)	Aliran kas	Nilai diskrit (10%)	Present value (10%)
1	Rp 322.130.000	-	-Rp322.130.000	0,9091	(Rp292.848.383)
2	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	1,7355	Rp15.636.855
3	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	2,4869	Rp22.406.969
4	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	3,1699	Rp28.560.799
5	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	3,7908	Rp34.155.108
6	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	4,3553	Rp39.241.253
7	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	4,8684	Rp43.864.284
8	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	5,3349	Rp48.067.449
9	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	5,759	Rp51.888.590
10	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	6,1446	Rp55.362.846
Total	NPV				Rp46.335.770

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.33 didapatkan nilai NPV lebih dari 1 maka proyek tersebut dapat dilaksanakan

## 2. BCR

Berdasarkan kriteria BCR (perbandingan present value + dgn present value -) maka hasilnya:

PV+ = Rp 339.184.183

PV- = Rp 292.848.383

Sehingga Net BCR =  $(339.184.183 / 292.848.383) = 1,15$  Artinya, dari setiap satu satuan biaya yg dikeluarkan proyek mampu menghasilkan manfaat bersih sebesar 1,15. Nilai BCR yang didapat sebesar 1,15 (>1) maka proyek ini layak untuk dilaksanakan.

### 4.2.4 Sumber Pembiayaan

Adapun dana yang dapat diambil dari berbagai sumber untuk pembangunan IPAL komunal Surabaya yaitu:

#### 1. Dana APBN

Dana APBN dialokasikan melalui Satker Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat digunakan untuk sosialisasi, pelatihan (tenaga fasilitator lingkungan) TFL, pelaporan serta monitoring dan evaluasi.

2. Dana DAK

Dana DAK dipergunakan untuk pembangunan prasarana fisik dan gaji TFL. Gaji dan Operasional TFL serta Petugas e-Monitoring dialokasikan sebanyak 5 % dari total Pagu DAK Sub Bidang Sanitasi Kabupaten/ Kota.

3. Dana APBD

Dipergunakan untuk operasional dan pengendalian pelaksanaan tahapan kegiatan oleh unit pengelola DAK dan kegiatan sosialisasi sub bidang sanitasi.

4. Dana Masyarakat

- a. Dana masyarakat (*in-cash* dan/atau *in-kind*) dikumpulkan berdasarkan kesepakatan hasil musyawarah dan kesepakatan masyarakat calon pengguna/penerima manfaat program;
- b. Pengumpulan dana masyarakat dilakukan oleh KSM;
- c. Dana dari masyarakat dalam bentuk tunai dimasukkan ke rekening bersama atas nama 3 (tiga) orang yaitu : Ketua KSM, Bendahara KSM dan 1 (satu) orang wakil dari penerima manfaat yang terpilih melalui rembug warga.

5. Dana Swasta/Donor (apabila ada)

- a. Dana swasta/donor adalah dalam bentuk hibah sebagai bentuk kontribusi swasta dalam kegiatan perbaikan sanitasi masyarakat,
- b. Pencairan dana dilakukan sesuai peraturan yang berlaku di masing-masing perusahaan/lembaga atau institusi yang bersangkutan setelah ada rencana kerja masyarakat/RKM;
- c. Dana dari Swasta/Donor diwujudkan dalam bentuk tunai yang ditransfer langsung ke rekening. KSM.

6. Dana LSM (apabila ada)

Dukungan dari LSM biasanya berbentuk keahlian (*expertise*) sebagai bentuk kontribusi mereka terhadap kegiatan perbaikan sanitasi masyarakat.

Mengingat besarnya modal yang dibutuhkan untuk membangun IPAL, maka dibutuhkan kerjasama antara pemerintah dengan masyarakat maupun dengan pihak swasta yang akan membantu pengolahan air limbah di Kota Surabaya. Hingga saat ini Pemerintah Kota Surabaya belum merencanakan anggaran untuk pembangunan IPAL pemukiman. Adapun dana untuk pembangunan IPAL Komunal adalah bantuan dari Dana Alokasi Khusus (DAK). Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur yang

selanjutnya disebut DAK Bidang Infrastruktur, adalah dana yang bersumber dari APBN yang dialokasikan kepada Daerah tertentu dengan tujuan untuk membantu mendanai kegiatan khusus yang merupakan urusan daerah dan sesuai dengan prioritas nasional khususnya untuk membiayai kebutuhan prasarana dan sarana Bidang Infrastruktur masyarakat yang belum mencapai Standard Pelayanan Minimal atau untuk mendorong percepatan pembangunan daerah (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

Saat ini prioritas utama dana untuk pembangunan IPAL komunal berasal dari dana alokasi khusus (DAK) dari pemerintah pusat. Adapun macam pendanaan dari pemerintah pusat. Dana alokasi khusus dari pemerintah pusat berasal dari kementerian keuangan yang disalurkan kepada kementerian pekerjaan umum, kementerian lingkungan hidup, kementerian perumahan rakyat.

1. Kementerian Pekerjaan Umum

- a. DAK bidang Sanitasi

Program prioritas utama adalah pengembangan prasarana sarana air limbah komunal dengan berbagai alternatif kegiatan yaitu

Modul A : Tangki septik komunal untuk 4-5 KK

Modul B : MCK ++ untuk 50-100KK

Modul C : Sistem jaringan perpupaan untuk 50-100KK, modul ini merupakan modul yang paling disarankan sepanjang kondisi lapangan memenuhi persyaratan.

Kriteria DAK sanitasi diberikan kepada kawasan rawan sanitasi.

Mekanisme akses akan dilakukan *shortlist* dikawasan rawan sanitasi. Besaran dana yang diberikan sesuai dengan kegiatan prioritas pembangunan yang dilaksanakan, yaitu berkisar antara Rp 300.000.000,- sampai dengan Rp 350.000.000,- (tiga ratus juta rupiah sampai dengan tiga ratus lima puluh juta rupiah) per lokasi untuk 50 – 100 KK.

- b. Hibah Luar Negeri

Sanitation Australian Indonesian Infrastructure Grant (SAIIG)

Program untuk air limbah adalah pembangunan pembangunan sistem pengolahan air limbah terpusat skala lingkungan untuk 200 KK – 400 KK, dan pembangunan jaringan air limbah terpusat skala lingkungan untuk minimal 50 KK yang akan dihubungkan dengan sistem air limbah terpusat yang sudah ada (skala kota). Mekanisme akses pengajuan dana yaitu pemerintah kabupaten/kota menyiapkan

surat yang menyatakan kesediaan mengikuti program. Besaran dana yang dianggarkan ialah Rp 4.000.000,-/SR untuk sistem pengolahan air limbah terpusat skala lingkungan dan Rp 3.000.000,-/SR untuk sistem jaringan air limbah terpusat skala lingkungan yang akan dihubungkan dengan sistem air limbah terpusat yang sudah ada.

### AUSAID

Program kegiatan adalah untuk pembangunan atau perluasan sistem pengelolaan air limbah terpusat sampai dengan terbangunnya Sambungan Rumah (SR). Mekanisme akses yaitu pemerintah kabupaten/kota menyiapkan surat yang menyatakan kesediaan mengikuti program. Besaran dana dari USAID adalah Rp 5.000.000,-/Sambungan Rumah, maksimal sebesar dana APBD yang telah dikeluarkan untuk kegiatan ini, dan untuk pembangunan rumah baru yang dibangun dan berfungsi dengan baik yaitu sejak tercatat sebagai sambungan pelanggan baru dan telah melakukan pembayaran selama 2 (dua) bulan rekening.

## 2. Kementerian Lingkungan Hidup

Program kegiatan dari Kementerian Lingkungan Hidup untuk air limbah adalah penyediaan instalasi pengolahan air limbah komunal (IPAL komunal). Mekanisme akses DAK bidang Lingkungan Hidup bersifat *top down*, dimana Kabupaten/Kota penerima dana DAK ditentukan oleh pusat. Sehingga dana akan ditentukan oleh Kementerian Keuangan.

## 3. Kementerian Perumahan Rakyat

Program kegiatan untuk air limbah berupa tangki septik komunal atau instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Kriteria teknis yang perlu dipenuhi adalah kesiapan lokasi perumahan pada kabupaten/kota berdasarkan legalitas RTRW. Mekanisme akses pengajuan pendanaan ialah

- Pengajuan usulan/permohonan oleh Pemerintah Kabupaten/kota kepada Gubernur, dengan tembusan kepada Deputy Bidang Pengembangan Kawasan Kementerian Perumahan dengan melampirkan isian kuesioner masing-masing sesuai dengan lokasi yang diusulkan;
- Surat usulan selambat-lambatnya sudah diterima oleh Kementerian Perumahan Rakyat pada bulan Januari tahun sebelumnya (Tahun-1);

- Verifikasi lokasi oleh Tim Kemenpera.

Sehingga sumber dana yang memungkinkan untuk membangun IPAL secara desentralisasi di RT 7 RW 2 Jemursari dapat diajukan pada program DAK.

#### 4.2.5 Rencana Investasi IPAL

Mengingat besarnya modal awal yang dibutuhkan untuk pembangunan instalasi pengolahan air limbah domestik, maka dalam proses pembangunan tidak dapat dilaksanakan sendiri oleh masyarakat setempat, melainkan harus didukung oleh pemerintah. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2015), besaran dana yang diberikan sesuai dengan kegiatan prioritas pembangunan yang dilaksanakan, yaitu berkisar antara Rp 300.000.000,- sampai dengan Rp 350.000.000,- (tiga ratus juta rupiah sampai dengan tiga ratus lima puluh juta rupiah) per lokasi untuk 50 – 100 KK. Dana yang dibutuhkan dalam pembangunan pengolahan air limbah domestik sebesar Rp 322.130.000 sehingga dana yang diberikan diasumsikan sebesar 100% sehingga pola pendanaan untuk pembangunan IPAL berasal dari pemerintah. Namun, masyarakat tetap harus berpartisipasi dalam pembangunan IPAL dengan memasang sambungan sistem penyaluran air limbah dari rumah ke pipa servis. Pembiayaan pembangunan dari DAK tidak dapat dilakukan di lokasi yang masih sulit dalam perizinan, dalam hal ini yang dimaksud adalah jalan pemerintah kota dan PJKA. Dengan demikian, perencanaan pembiayaan hanya dilakukan pada lokasi IPAL di jalan lingkungan atau pengairan. Lokasi dengan lahan yang membutuhkan izin pembangunan dari dana pemerintah dan swadaya masyarakat direncanakan hingga tahun 2018 untuk mencapai target pembangunan sanitasi layak di tahun 2019. Porsi pendanaan dari pemerintah untuk tiap kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4. 34 Porsi Pendanaan IPAL oleh Pemerintah, Swadaya dan Swasta per Kecamatan

No	Kecamatan	Jumlah KK	Jumlah IPAL	Biaya Pembuatan IPAL	Sumber Pendanaan
	Pemerintah				

No	Kecamatan	Jumlah KK	Jumlah IPAL	Biaya Pembuatan IPAL		Sumber Pendanaan	
1	Sawahan	142	2	Rp	642.984.000	Rp	642.984.000
2	Putat Jaya	45	1	Rp	321.492.000	Rp	321.492.000
3	Wonocolo	50	1	Rp	321.492.000	Rp	321.492.000
4	Gunung Anyar	120	1	Rp	321.492.000	Rp	321.492.000
5	Tambaksari	142	3	Rp	964.476.000	Rp	964.476.000
6	Gubeng	192	2	Rp	642.984.000	Rp	642.984.000
7	Asemrowo	874	8	Rp	2.571.936.000	Rp	2.571.936.000
8	Sukomanunggal	166	3	Rp	964.476.000	Rp	964.476.000
9	Krembangan	217	4	Rp	1.285.968.000	Rp	1.285.968.000
Total		1948	25	Rp	8.037.300.000	Rp	8.037.300.000
Swadaya/swasta							
1	Wonokromo	73	1	Rp	321.492.000	Rp	321.492.000
2	Sukomanunggal	312	5	Rp	1.607.460.000	Rp	1.607.460.000
3	Krembangan	52	1	Rp	321.492.000	Rp	321.492.000
4	Semampir	275	4	Rp	1.285.968.000	Rp	1.285.968.000
5	Simokerto	315	6	Rp	1.928.952.000	Rp	1.928.952.000
Total		1027	17	Rp	5.465.364.000	Rp	5.465.364.000

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.34 jumlah biaya pembuatan IPAL dari dana bantuan DAK untuk 25 lokasi sebesar Rp 8.037.300.000 dan dana swadaya/swasta sebesar Rp 5.465.364.000, sehingga total pembiayaan untuk pembangunan IPAL komunal di daerah BABS sebesar Rp 13.529.244.000. Perencanaan tahap pembangunan dilakukan hingga tahun 2018 hal tersebut bertujuan agar pada tahun 2019 pembangunan IPAL komunal telah terlaksana sehingga Kota Surabaya dapat terbebas dari buang air besar sembarangan.

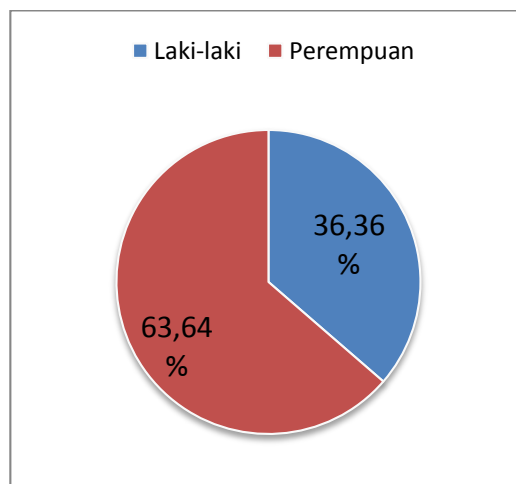
### 4.3 Aspek Peran Serta Masyarakat

Aspek peran serta masyarakat meninjau mengenai tingkat kesadaran masyarakat dalam mengelola limbah domestik dengan menggunakan sistem desentralisasi (komunal), kesediaan masyarakat dalam pengoperasian dan kemampuan membayar retribusi. Dalam memberikan kesempatan kepada masyarakat terhadap kepemilikan akses sanitasi perlu peran serta dari masyarakat itu sendiri. Masyarakat Kecamatan Wonocolo terutama yang belum memiliki akses sanitasi layak diharapkan memiliki

kebijakan sendiri terhadap pengoperasian dan pemanfaatan hasil pengolahan air limbah yang direncanakan. Dalam mengetahui aspek peran serta masyarakat maka diperlukan data mengenai identitas responden, pengetahuan masyarakat mengenai pengolahan limbah domestik, perilaku mengenai buang air besar masyarakat, dan kemauan dalam mengelola air limbah.

#### 4.3.1 Identitas Responden

Dalam melakukan survei peran serta masyarakat akan perlu diketahui mengenai identitas responden. Survei mengenai identitas responden meliputi, jenis kelamin, pekerjaan, jumlah keluarga dan penghasilan per bulan. Tujuan survei tersebut adalah untuk mengetahui kondisi keuangan warga. Hasil survei mengenai identitas responden menjelaskan bahwa sebesar 63,64% (28 orang) responden adalah perempuan dan 36,36% (16 orang) responden adalah laki-laki. Diagram mengenai persentase jenis kelamin responden dapat dilihat pada Gambar 4.15.

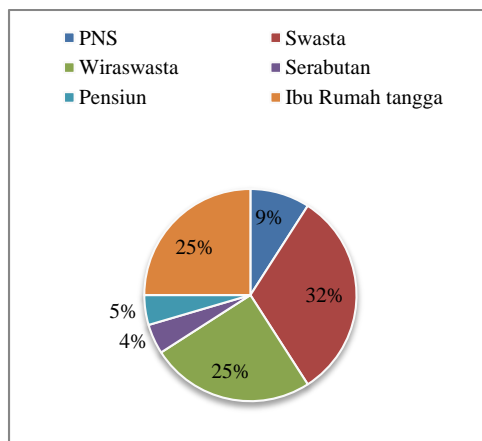


Gambar 4. 15 Persentase jenis kelamin responden di Kelurahan Jemurwonosari

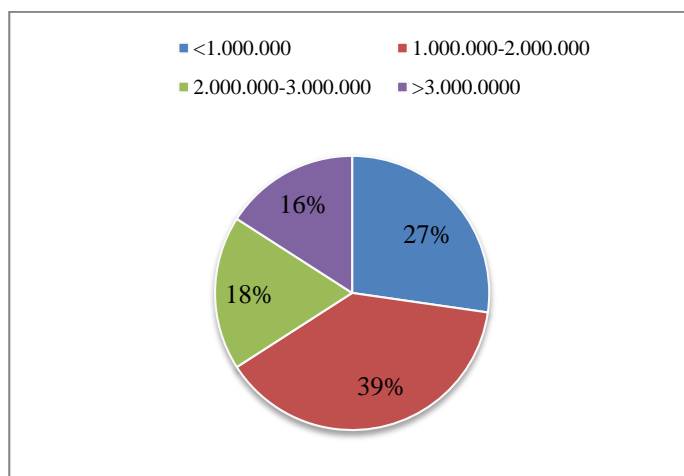
Jenis pekerjaan dari tiap responden terbagi menjadi enam kelompok. Adapun besar prosentase masing-masing pekerjaan yaitu pegawai negeri sipil sebesar 9%, swasta 32%, wiraswasta 25%, serabutan 4%, pensiunan 5%, dan rumah tangga 25%. Dari hasil survei penghasilan yang didapatkan oleh warga Jemurwonosari RT7 RW 2 untuk kurang dari Rp 1.000.000 sebesar 27,27%, Rp 1.000.000-Rp 2.000.000 sebesar 38,64%, Rp 2.000.000-Rp 3.000.000 sebesar 18,18%, lebih dari Rp 3.000.000 sebesar



15,91%. Diagram mengenai persentase jenis pekerjaan dan pendapatan yang diterima tiap bulan dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.



Gambar 4. 16 Persentase jenis pekerjaan responden di Kelurahan Jemurwonosari

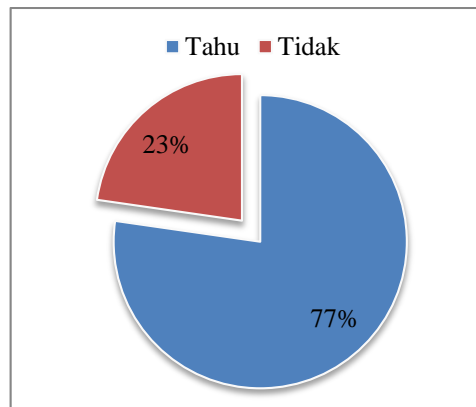


Gambar 4. 17 Persentase penghasilan perbulan responden di Kelurahan Jemurwonosari

#### 4.3.2 Pengetahuan pengolahan air limbah domestik

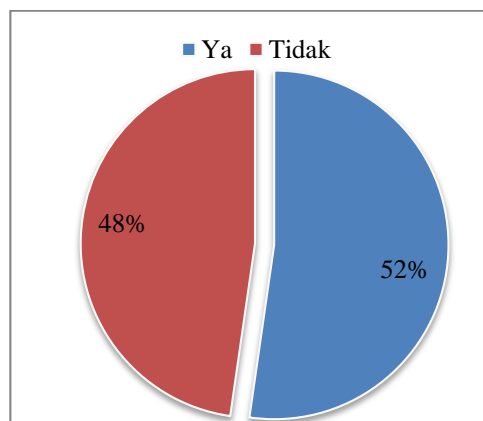
Survei mengenai pengetahuan terhadap pengolahan air limbah domestik ini untuk mendapatkan pendapat masyarakat tentang buang air besar sembarangan. Hasil kuesioner terhadap pengetahuan masyarakat mengenai dampak buruk dari buang air besar sembarangan sebesar 77,7%. Masyarakat tersebut beranggapan bahwa air limbah domestik yang tidak diolah akan menimbulkan kerusakan pada lingkungan, bau dan

kumuh serta penyebab dari suatu penyakit. Diagram persentase mengenai pengetahuan warga terhadap dampak buang air besar sembarangan dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Persentase pengetahuan dampak BABS di Kelurahan Jemurwonosari

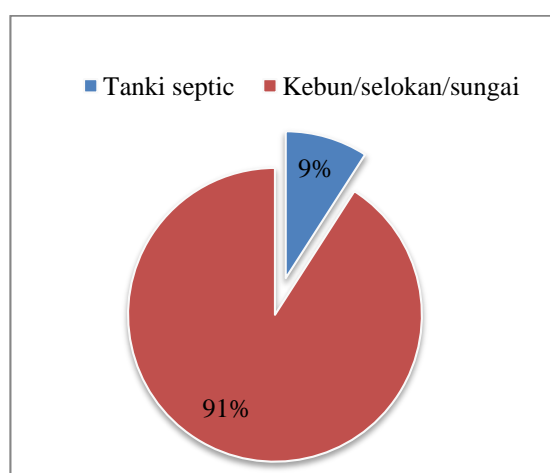
Selain survei mengenai pengetahuan terhadap pengolahan dampak mengenai sanitasi, dilakukan survei pula mengenai pengetahuan terhadap pengolahan air limbah secara komunal. Hasil survei menunjukkan bahwa sebesar 52,27% , sedangkan 47,78% tidak mengetahui IPAL komunal. Korelasi antara pengetahuan mengenai dampak BABS dan pengetahuan mengenai IPAL adalah untuk mengetahui ketertarikan warga untuk melakukan pengolahan limbah domestik mereka dan pengelolaan secara komunal. Diagram pengetahuan mengenai IPAL komunal dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Persentase pengetahuan mengenai IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

### 4.3.3 Perilaku Sanitasi

Survei mengenai perilaku sanitasi akan mendapatkan hasil mengenai kepemilikan jamban, dimana pembuangan tinja berakhir, dan kemauan dalam merubah kebiasaan BABS. Persentase mengenai kepemilikan jamban saat ini adalah 100% memiliki jamban. Berdasarkan hal tersebut, warga telah memiliki sarana sanitasi untuk buang air besar. Namun, kepemilikan jamban tidak disertai dengan kepemilikan tangki septik untuk mengolah limbah domestik. Kondisi saat ini pembuangan akhir tinja dari jamban warga dapat dilihat pada Gambar 4.20.

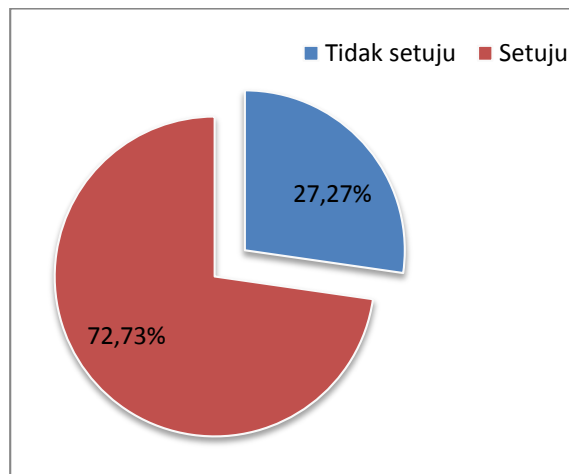


Gambar 4. 20 Persentase kepemilikan jamban dan saluran akhir pembuangan tinja di Kelurahan Jemurwonosari

Kepemilikan jamban oleh warga tidak selalu disertai dengan unit pengolahan air limbah. Berdasarkan hasil survei, sebanyak 9,01% yang memiliki tangki septik dan sisanya tidak memiliki tangki septik sebagai pengolah limbah mereka. Berbagai alasan warga tidak memiliki tangki septik untuk pengolahan limbah domestik mereka, diantaranya tidak adanya biaya untuk pembangunan tangka septik dan belum menjadi prioritas kebutuhan. Kondisi pembuangan akhir tinja di sungai menyebabkan warga merasa tidak nyaman karena dampak yang ditimbulkan sehingga ada kemauan dari warga untuk merubah sistem pengolahan air limbah domestik warga.

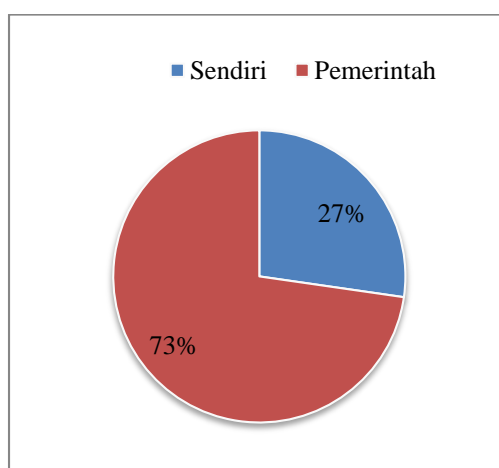
#### 4.3.4 Kemauan Mengolah Air Limbah Domestik

Tidak adanya pengolahan terhadap limbah domestik warga mengarahkan untuk pembangunan IPAL komunal di area tersebut. Salah satu cara pengelolaan air limbah domestik adalah dengan sistem komunal. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2015), pengelolaan IPAL dengan sistem komunal adalah pengelolaan yang berbasis masyarakat, yang mana pengembangan mengenai pengolahan dan pengelolaan limbah domestik membutuhkan kerjasama dan ide dari masyarakat sendiri. Sistem komunal berbasis masyarakat akan menekankan masyarakat untuk lebih bertanggungjawab terhadap pengolahan limbah domestik mereka. Untuk itu, dalam pengelolaan limbah domestik secara komunal perlu diketahui kemauan masyarakat membangun IPAL komunal. Hasil survei menjelaskan bahwa sebesar 72,73% warga mau untuk membangun IPAL komunal. Gambar persentase kemauan pembagunan secara komunal dapat dilihat pada gambar 4.21.



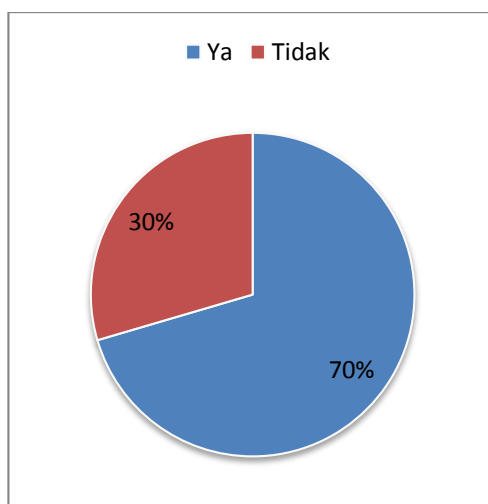
Gambar 4. 21 Persentase kesediaan warga dalam pembangunan IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

Dalam pembangunan IPAL komunal besar persentase pembiayaan yang diinginkan oleh warga berasal dari masyarakat sebesar 27,27%, untuk responden lain menginginkan bantuan dana pembangunan berasal dari pemerintah. Grafik sumber dana yang diinginkan oleh warga RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Persentase sumber dana yang diharapkan warga dalam pembangunan IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

IPAL komunal berbasis masyarakat membutuhkan pula kemauan warga untuk menjaga dan memelihara IPAL komunal tersebut. Adapun hasil persentase kemauan warga untuk bertanggungjawab terhadap pemeliharaan IPAL sebesar 70,45% (31 responden) menyatakan bersedia untuk mengelola dan memelihara IPAL komunal. Grafik persentase kemauan warga dalam mengelola IPAL komunal dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Persentase kesediaan mengelola IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

Banyaknya pembuangan tinja di selokan diakibatkan oleh tidak adanya biaya untuk membangun pengolahan air limbah dan masih nyaman dengan keadaan tanpa

pengolah limbah dari kamar mandi. Meskipun belum merasakan dampak pencemaran dari limbah domestik, terdapat keinginan dari warga untuk mengolah limbah domestik tersebut. Dalam proses pengolahan air limbah komunal, masyarakat perlu dilibatkan dalam segala tahapan mulai dari pengenalan program, usulan kegiatan, tahap perencanaan bersama tim ahli, tahap pembangunan dan tahap operasional serta tahap pemeliharaan.

#### **4.4 Aspek Kelembagaan**

Dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL demi terciptanya kesinambungan sarana yang ada maka perlu dibentuk organisasi sebagai peran serta masyarakat. Anggota dari organisasi ini harus beranggotakan masyarakat pengguna sarana sanitasi yang ingin dibangun (warga setempat). Mereka adalah orang-orang yang berperan untuk mengawal proses pembangunan sarana IPAL komunal mulai dari proses penyusunan ide hingga proses konstruksi dan implementasinya. Organisasi, yang selanjutnya disebut Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) secara tugas pokok menurut Kementerian Pekerjaan Umum 2013 adalah:

1. Menyusun rencana kerja, mekanisme operasional dan pemeliharaan SPAL dan IPAL komunal
2. Mengumpulkan dan mengelola dana untuk biaya operasional dan pemeliharaan yang diperoleh dari iuran anggota dan pihak-pihak lain
3. Mengoperasikan dan memelihara SPAL dan IPAL komunal
4. Meningkatkan mutu pelayanan dan jumlah pengguna/pemanfaat
5. Melakukan kampanye kesehatan

Secara umum, aspek yang perlu diperhatikan dalam menjaga kesinambungan teknologi sanitasi yang ada di masyarakat adalah pengelolaan prasarana dan sarana, penyuluhan, pedoman pemeliharaan, pendanaan, dan dukungan dari pemerintah kota. Untuk itu diperlukan sebuah lembaga pengelola IPAL komunal. Proses pembentukan kelembagaan berbasis masyarakat dapat dibentuk oleh masyarakat itu sendiri dibawa yayasan melalui kepengurusan tingkat RT/RW, berdasarkan kesepakatan dalam rembuk warga.



## **BAB 3**

### **METODA PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

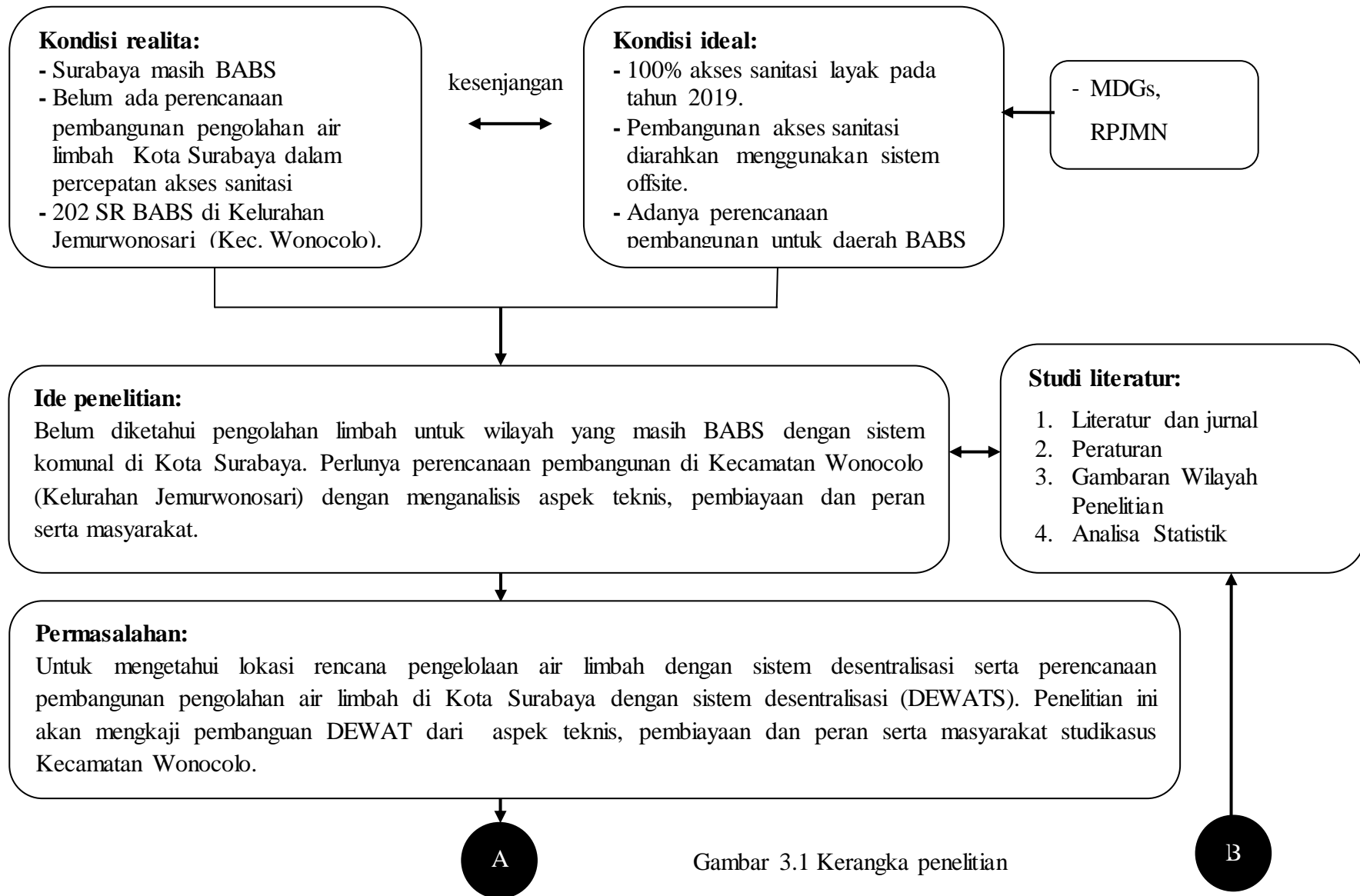
Menurut Subyantoro dan Suwanto (2007), ada beberapa jenis penelitian yaitu penelitian diskriptif, studi kasus, penelitian korelasional, penelitian kualitas, penelitian tindakan, dan penelitian sejarah. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menjelaskan tentang fakta dan sifat suatu populasi atau daerah tertentu secara skematik, faktual, dan teliti. Alir penelitian diskriptif yaitu dengan menggambarkan tentang suatu objek, melakukan analisis dan penafsiran serta melalui alur berfikir logis. Menurut Mukhtar (2013), penelitian diskriptif kualitatif menekankan pada sumber informasi data yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, angket kemudian diproses.

Dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi dan mencapai tujuan dari penelitian menggunakan metode penelitian lapangan yang didasarkan pada kajian pustaka yang ada. Penelitian lapangan yang dimaksud untuk mendapatkan informasi mengenai pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal yang ditinjau dari aspek teknis, pembiayaan, dan peran serta masyarakat.

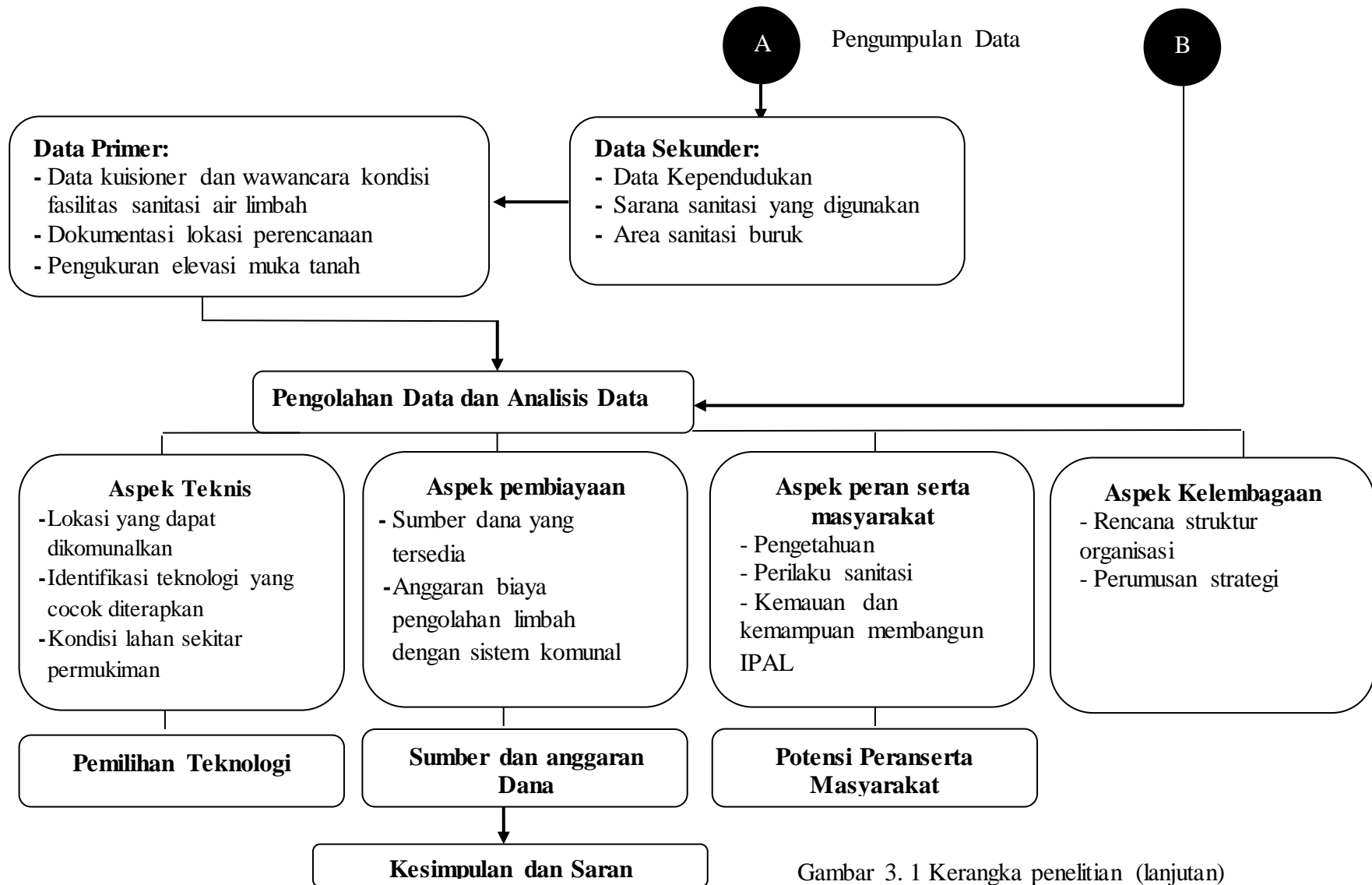
#### **3.2 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian mengacu pada kerangka/ bagan alir sebagai tahapan penelitian untuk memudahkan pemahaman dalam melaksanakan suatu penelitian yang berawal dari ide/permasalahan yang ingin diselesaikan. Kerangka penelitian memuat garis besar data-data yang akan diambil, baik data primer maupun sekunder, kaitan antar aspek yang akan diteliti, serta metode analisis yang akan digunakan, evaluasi dan kesimpulan.





Gambar 3.1 Kerangka penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka penelitian (lanjutan)

### **3.3 Tahapan Penelitaian**

Tahapan penelitian diambil dari bagan air kerangka penelitian. Terdapat beberapa tahap pada penelitian ini, diantaranya yaitu mengetahui kondisi realitas dan kondisi ideal, studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder, Pengolahan data, dan analisis penelitian, dan kesimpulan dan saran.

#### **3.3.1 Kondisi Realitas dan Kondisi Ideal**

Pada tahap ini diperlukan perbandingan antara kondisi realitas dengan kondisi ideal untuk mengetahui kesenjangan atau permasalahan yang terjadi masih terdapat masyarakat di Kota Surabaya. Sebesar 15.598 SR tidak memiliki jamban, sedangkan pembangunan akses sanitasi di Kota Surabaya pada tahun 2019 harus mencapai universal access (100% pelayanan). Belum adanya identifikasi lokasi perencanaan pembangunan dengan sistem komunal di daerah yang masih buang air besar sembarangan, sedangkan pengembangan askes sanitasi Kota Surabaya diarahkan menuju sistem *offsite*. Untuk itu perlunya survei lokasi dan perencanaan pembangunan pengolahan air limbah sesuai dengan kebutuhan dasar dengan menganalisis aspek teknis, pembiayaan dan peran serta masyarakat agar mampu terealisasi dan beradaptasi.

#### **3.3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan untuk mendukung penelitian tugas akhir. Studi literatur dapat berasal dari jurnal penelitian terdahulu, tugas akhir/tesis terdahulu, *text book*, artikel ilmiah dan peraturan pemerintah yang berhubungan dengan sanitasi, bebas buang air besar sembarangan, sistem desentralisasi IPAL, Pengeolahan air limbah dan metode pembiayaan.

#### **3.3.3 Pengumpulan Data Sekunder dan Primer**

##### **Data Sekunder**

Data ini merupakan data pendukung yang diambil dari data eksisting yang telah ada. Adapun kebutuhan data-data tersebut adalah:

- Aspek peran serta masyarakat  
Perilaku masyarakat buang air besar didapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Bukuputih sanitasi Kota surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010).
- Aspek teknis, kebutuhan data untk aspek teknis ialah

- a. Peta dan data wilayah yang masih buang air besar sembarangan (BABS) didapatkan dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya didapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Bukuputih sanitasi Kota Surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010) dan Dinas Kesehatan Kota Surabaya,
  - b. Kependudukan mengenai kepadatan penduduk jumlah penduduk didapatkan dari rencana tata ruang wilayah Kota Surabaya (2015),
  - c. Cakupan pelayanan data penggunaan sarana eksisting didapatkan dari EHRA kota Surabaya (2015), Bukuputih sanitasi Kota Surabaya (2010), Strategi sanitasi Kota Surabaya (2010) dan Dinas Kesehatan Kota Surabaya.
- Aspek pembiayaan
- Data mengenai sumber dana yang dapat digunakan dalam pembangunan IPAL komunal.

### **Data primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari lapangan, baik dari kuisisioner, wawancara, dan dokumentasi. Kegiatan pengamatan atau observasi lapangan dilakukan untuk melihat dan mendokumentasikan kondisi eksisting sanitasi lokasi. Kegiatan wawancara dimaksudkan untuk mendapatkan informasi yang lebih dalam mengenai kondisi eksisting sanitasi melalui tokoh masyarakat/sanitarian yang ada di daerah penelitian. Sedangkan kegiatan kuesioner selain sebagai media untuk mencari informasi terkait kondisi sosial masyarakat mengenai kebiasaan dan kemauan masyarakat dalam buang air besar. Apabila dikaitkan dengan aspek penelitian, maka kebutuhan data-data dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Aspek teknis:
  - a. Pihak sanitasi puskesmas: wawancara mengenai informasi lokasi pemukiman yang masih buang air besar sembarangan, bagaimana perilaku terhadap buang air besar di daerah tersebut secara umum, mengapa masih buang air besar sembarangan. Selanjutnya dilakukan survei lokasi untuk melihat kondisi lahan sarana menunjang untuk pengolahan limbah domestik. observasi dan dokumentasi lapangan

untuk melihat kondisi sarana prasarana pengolahan limbah cair dan kondisi lahan yang tersedia untuk pengolahan limbah. Setelah diketahui lokasi yang cocok untuk sistem komunal, selanjutnya penentuan unit pengolahan dan perhitungan luas IPAL.

- b. Tokoh masyarakat: wawancara ditujukan kepada ketua RT atau kader lingkungan. Pengambilan data ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku buang air besar sembarangan di lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk mengetahui pula bagaimana pengolahan air limbah domestik masyarakat. Untuk mengetahui kemauan masyarakat melakukan pengolahan limbah domestik dengan sistem komunal.
- Aspek pembiayaan  
Upaya yang dilakukan dengan melakukan wawancara langsung pada Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Surabaya terkait rancangan anggaran biaya dan sumber pendanaan yang dibutuhkan dalam pembangunan percepatan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal.
  - Aspek peran serta masyarakat  
Melakukan wawancara kepada pihak terkait, diantaranya
    - a. Pihak sanitasi di puskesmas: wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi apakah sudah dilakukan pemecuan untuk pembangnan jamban dan apakah masyarakat mengetahui tentang pengolahan air limbah dnegan sistem komunal. Selanjutnya menentukan lokasi yang dapat dilakukan dengan sistem komunal dilihat dari jumlah SR dan ketersediaan lahan.
    - b. Tokoh masyarakat: tokoh masyarakat ditujukan kepada ketua RT ataupun kader lingkungan. Wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan informasi hal apa saja yang sudah dilakukan terhadap pemecuan untuk mengolah air limbah domestik.
    - c. Warga masyarakat: memberikan kuisiner terhadap warga untuk mengetahui identitas responden, pengetahuan terhadap pengolahan air limbah dan dampak apabila BABS, perilaku buang air besar

responden, kemauan membangun pengolahan air limbah secara komunal. Jumlah responden untuk pengambilan sampel dapat menggunakan rumus solvin. Rumus ini menentukan jumlah sampel dengan jumlah populasi yang sudah diketahui dengan tingkat presisi yang ditetapkan (Riduan, 2010).

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dengan:

n = jumlah responden

N = jumlah populasi

e = faktor keamanan (0,15)

$$n = \frac{400}{1 + (400 \times 0,15^2)}$$

n = 40 KK

sehingga jumlah responden untuk kuisioner penelitian ini adalah 40 KK.

### 3.4 Analisis Pembahasan

Tahap analisis data dilakukan setelah semua data hasil penelitian didapatkan. Dalam analisis data akan dibahas mengenai data hasil kuisioner, wawancara dan dokumentasi. Data yang ada dijadikan dasar dalam mengidentifikasi lokasi pengolahan air limbah di Kota Surabaya dengan menggunakan sistem komunal untuk mencapai *universal access* dan terpenuhinya kebutuhan dasar sanitasi. Pendekatan metode penelitian yang diterapkan dilakukan secara bertahap dimulai dari tahap analisis identifikasi lokasi yang dapat menggunakan sistem komunal. Untuk mengetahui lokasi yang masih BABS diperlukan pengambilan data di Dinas Kesehatan Kota Surabaya. Data tersebut menyajikan jumlah rumah yang masih BABS per kelurahan hingga tahun 2015. Langkah selanjutnya adalah pemilihan kelurahan yang memiliki jumlah BABS diatas 150 KK. Hal tersebut dikarenakan jumlah BABS dibawah 150 KK akan tersebar diberbagai RW yang menyebabkan tidak tersentralisasi, sehingga tidak dapat dilakukan secara komunal. Setelah memilih kelurahan selanjutnya adalah

dengan survei ke puskesmas di kelurahan terpilih untuk mendapatkan informasi data jumlah BABS per RW. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan, dipilih lokasi yang memiliki jumlah BABS minimal 40 SR yang berdekatan untuk dilakukan survei lapangan. Menentukan lokasi yang adapat dikelola secara komunal dilakukan observasi sesuai kriteria sistem komunal menurut Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 47 tahun 2015.

Selanjutnya dipilih salah satu lokasi yang dapat dilakukan perencanaan pembangunan. Dari lokasi yang telah dipilih analisis aspek peran serta masyarakat, aspek teknis, dan aspek pembiayaan serta aspek kelembagaan juga dilakukan secara bertahap. Aspek peran serta masyarakat yang akan dibahas yaitu mengenai pengetahuan hingga kemauan warga dalam buang air besar di jamban. Aspek teknis yang dikaji perencanaan unit pengolahan dan perhitungan dimensi IPAL. Untuk aspek pembiayaan akan membahas sumber dana dalam pembangunan IPAL dengan sistem desentralisasi serta anggaran dana untuk pembangunan IPAL.

### **3.5 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan hasil penelitian didapatkan dari hasil analisis dan pembahasan yang didukung dengan teori yang ada. Kesimpulan akan menjawab tujuan penelitian dari penelitian yang dilakukan akan dilakukan saran untuk tindak lanjut dari penelitian ini. Hasil analisis data digabungkan dan menjadi sebuah perencanaan pembangunan akses sanitasi dengan sistem desentralisasi di Kota Surabaya untuk wilayah yang masih BABS.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Kondisi akses sanitasi masyarakat BABS**

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015) masih sebanyak 15.859 KK yang melakukan buang air besar sembarangan (BABS). Hal ini sangat berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan. Adapun yang masih melakukan buang air besar di kali, selokan, dan langsung ke laut. Kondisi saat ini 90% masyarakat memiliki jamban namun pipa pembuangan diarahkan langsung menuju saluran drainase. Limbah domestik yang langsung dibuang tanpa pengolahan menyebabkan terjadinya pencemaran baik untuk badan air maupun tanah. Tidak merasa terkena dampak pencemaran dan tidak adanya dana untuk pembangunan tangki septik menjadi penyebab warga tidak mau membangun jamban. Untuk itu dibutuhkan perencanaan dalam pengolahan limbah (*black water*). Pengolahan limbah secara komunal dirasa sesuai untuk daerah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi.

Pengolahan limbah skala desentralisasi menyajikan peluang untuk digunakan dalam pengolahan air limbah domestik. Karakteristik air limbah akan membedakan jenis pengelolaan air limbah. Dengan teknologi saat ini tersedia, kemampuan untuk menghasilkan air limbah yang tepat dengan baku mutu dapat dimanfaatkan kembali mulai dari irigasi tanaman dan digunakan untuk pembilasan toilet (Nelson, 2005).

##### **4.1.1 Lokasi Perencanaan Pembangunan Decentralized Wastewater Treatment (DEWATS)**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 47 Tahun 2015, sistem pengelolaan air limbah terpusat skala permukiman dapat melayani antara 50-1000 jiwa. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil survei, didapatkan lokasi yang dapat dibangun dengan menggunakan sistem IPAL komunal RT dengan kriteria:

1. Jumlah jiwa yang dilayani minimum 40 KK,



2. Kawasan pemukiman rawan sanitasi mengacu pada data BPS, Buku putih sanitasi kota/kabupaten,
3. Terdapat lahan untuk pembangunan IPAL. Lahan yang digunakan adalah lahan kosong milik kelurahan, pemerintah kota, atau milik perseorangan yang dihibahkan,
4. Kemudahan aksesibilitas untuk operasional dan pemeliharaan nantinya,
5. Tersedia sumber listrik,
6. Adanya saluran drainase / sungai / badan air untuk mengalirkan / menampung *effluen* pengolahan air limbah.

Berdasarkan hasil survei, lokasi yang masih BABS sebagian besar memiliki kamar mandi atau jamban sendiri, hanya saja mereka tidak punya tangki saptik atau pengolahan lumpur dan air limbah dari kamar mandi. Saluran pipa dari kamar mandi langsung dialirkan ke sungai ataupun kelubang yang tidak memiliki resapan, sehingga hal tersebut masih dikatakan sebagai buang air besar sembarangan. Beberapa lokasi menunjukkan kondisi sanitasi dimana masyarakat membuang melakukan buang air besar langsung di selokan atau di sungai.

Limbah lumpur tinja yang dihasilkan masyarakat pada umumnya tertampung pada beberapa unit tangki septik yang terdapat di tiap rumah masing-masing atau yang biasa disebut *onsite*. Namun tidak tersedianya tangki septik untuk pengolahan limbah domestik dari kamar mandi perlu diadakan pembangunan pengolahan air limbah penelitian mengenai pembangunan fasilitas sanitasi yang layak. Dalam kondisi ini merupakan salah sebab untuk mencari alternatif yang dapat diterapkan adalah menggunakan sistem *offsite* dan *onsite*. Keterbatasan lahan dan kepadatan penduduk pada suatu pemukiman, maka pembuatan IPAL komunal direkomendasikan untuk wilayah pemukiman yang belum memiliki tangki septik.

Adapun lokasi yang dapat dibangun IPAL untuk wilayah yang masih BABS di Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Lokasi rencana pembangunan DEWATS di daerah BABS Kota Surabaya

Kecamatan	Kelurahan	RW	RT	Jumlah rumah BABS	Rencana Lahan IPAL	Status Tanah Rencana IPAL
Surabaya Selatan						
Wonokromo	Ngagelrejo	6	12	73	Rencana lahan IPAL berada didepan rumah warga dan di sebelah rel	PJKA
Sawahan	Sawahan	2	1-4	80	Lahan kosong	Milik Pribadi
	Petemon	5	1-3	62	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Putat Jaya	Putat Jaya	15	3	45	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Wonocolo	Jemur Wonosari	2	7	39	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Surabaya Timur						
Gunung Anyar	rungkut Tengah	1	3	120	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Tambaksari	Kapasmadya Baru	6	8	56	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
		8	2	40	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
			3	46	Lahan IPAL di pinggir saluran	Pengairan
Gubeng	Kertajaya	2	4, 5 & 6	122	Lokasi jalan depan persil namun terdapat pipa PDAM	Jalan Lingkungan
		8	2	70	Lokasi jalan depan persil	Jalan Lingkungan
Surabaya Barat						
Asemrowo	Tambak Sarioso	2	3&4	79	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
		3	3	184		Jalan Lingkungan
		4	4	89		Jalan Lingkungan
		5	5	64		Jalan Lingkungan
	Asemrowo	6	6	66	IPAL diletakkan dijalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
		7	2	73		Pengairan
	Genting Kalianak	1	1	146	IPAL diletakkan dijalan depan	Jalan Lingkungan

Kecamatan	Kelurahan	RW	RT	Jumlah rumah BABS	Rencana Lahan IPAL	Status Tanah Rencana IPAL
		2	1&2	173	persil rumah warga	Jalan Lingkungan
Sukomanunggal	Sukomanunggal	4	1	59	IPAL diletakkan di jalan depan persil rumah warga	Jalan Lingkungan
			3	61		Jalan Lingkungan
			4	46		Jalan Lingkungan
		5	1	76		PJKA
			2	41		PJKA
			3	67		PJKA
			4	57		PJKA
			5	71		PJKA
Krembangan	Dupak	2	8	52	IPAL diletakkan di jalan depan persil rumah warga	Jalan Pemkot
			17	50		Jalan Lingkungan
		3	8	56		Jalan Lingkungan
		4	1	48		Jalan Lingkungan
		5	19	63		Jalan Pemkot
Semampir	Pegirian	3	6	111	IPAL diletakkan di jalan belakang rumah warga	Jalan Pemkot
		9	4	42		Jalan Pemkot
	Sidotopo	5	3	50	IPAL diletakkan di jalan depan persil rumah warga	PJKA
		11	1,2,3	72		PJKA
Simokerto	Simokerto	2	4	51	IPAL diletakkan di jalan depan persil rumah warga	PJKA dan Pengairan (Irigasi)
			6	61		
	Kapasan	5	7	61	IPAL diletakkan di jalan depan persil rumah warga	PJKA dan Pengairan (Irigasi)
	Tambakrejo	4	3	42	IPAL diletakkan di jalan depan persil rumah warga	PJKA dan Pengairan (Irigasi)
			5	58		
		1, 9	1,3	42		

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan Tabel 4.1 terdapat 12 kecamatan dan 42 lokasi yang dapat dikomunikasikan. Sebagian besar rumah yang masih buang air besar sembarangan

adalah pemukiman dipinggir kali atau drainase. Status kepemilikan rumah dapat dibagi menjadi milik sendiri dan milik dinas pengairan maupun tanah perusahaan jawatan kereta api (PJKA). Minimnya lahan kosong di suatu pemukiman Kota Surabaya, menyebabkan pembangunan IPAL berada pada akses jalan area BABS. Ketersediaan lahan lokasi rencana IPAL berada pada jalan lingkungan, jalan pemerintah Kota Surabaya (jalan umum), dinas pengairan, dan perusahaan jawatan kereta api (PJKA). Berdasarkan lokasi yang dapat dibangun dengan sistem komunal, diperlukan perijinan dinas terkait untuk lokasi IPAL dengan lahan milik dinas pengairan, jalan pemerintah kota dan PJKA. Perijinan dilakukan untuk memastikan bahwa lokasi tersebut dapat dibangun IPAL.

Cakupan IPAL komunal untuk rumah yang masih BABS menggunakan skala rukun tetangga (RT). Hal ini dikarenakan lokasi rumah buang air besar sembarangan tersebar di beberapa kecamatan hingga tersebar ditingkat rukun tetangga (RT). Hal tersebut untuk memudahkan dalam sistem penyaluran air limbah maka cakupan pelayanan hingga skala pemukiman (RT). Namun ada beberapa lokasi seperti di salah satu Kecamatan Sawahan, Kelurahan Petemon, RW 5 RT 1,2, dan 3. Kondisi seperti ini dikarenakan lokasi rumah yang masih BABS sangat berdekatan bahkan berdampingan, sehingga dapat direncanakan untuk pengolahan limbah domestik secara bersama antar RT.

Banyaknya jumlah rumah yang dapat dikomunkan akan berdampak pada penurunan persentase BABS dan peningkatan persentase pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal di Kota Surabaya. Menurut data EHRA (2015) persentase pengelolaan air limbah dengan sistem komunal sebanyak 8% dan data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya (2015) persentase BABS Kota Surabaya sebanyak 2%. Dari jumlah KK. Dari 15.859 sambungan rumah yang masih BABS sebanyak 2.975 sambungan rumah yang dapat direncanakan dalam mengolah air limbah domestik secara komunal. Hal tersebut menandakan sebanyak 0,4 % penurunan persentase BABS di Kota Surabaya dan dapat dikelola dengan sistem komunal. Sehingga capaian target persentase pengolahan air limbah dengan sistem perpipaan atau komunal menjadi 8,4% hal ini dirasa masih jauh dari target pemerintah dalam pembangunan pengolahan air limbah dengan sistem *offset* sebesar 15% (RPJMN 2015-2019).

#### 4.1.2 Pemilihan Teknologi Air Limbah

Kerawanan sanitasi yang ada di Kota Surabaya memerlukan penanganan dari sumberdaya manusia yang ada. Keterbatasan lahan merupakan modal utama dalam pembangunan prasarana sanitasi. Sementara sistem *offsite* membutuhkan lahan yang cukup luas dan membutuhkan pengelolaan yang baik. Pemilihan alternatif teknologi dibutuhkan untuk menyesuaikan dengan keadaan masyarakat sekitar. Dalam pemilihan teknologi pengolahan air buangan domestik menurut Wulandari (2014), terdapat beberapa kriteria antara lain:

1. Lahan yang dibutuhkan tidak terlalu besar.
2. Biaya operasinya rendah.
3. Pengelolaannya mudah.
4. Perawatannya mudah dan sederhana.
5. Konsumsi energinya rendah.
6. Efisiensi pengolahan dapat mencapai standar baku mutu air buangan domestik yang disyaratkan.
7. Lumpur yang dihasilkan sedikit.
8. Penggunaan bisa untuk air buangan domestik yang beban BOD nya tinggi.

Berdasarkan Buku Opsi Sanitasi yang Terjangkau untuk Daerah Spesifik (2009), dalam pemilihan teknologi air buangan domestik perlu memperhatikan rendahnya biaya pembangunan, kemudahan dalam pembangunan dan ketersediaan material di pasar lokal. Selain itu, pemilihan teknologi dapat dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat ekonomi masyarakat, muka air tanah dan topografi daerah studi perencanaan (Zuliyanto, 2011).

Perbandingan opsi teknologi akan dilakukan dengan memberi skor pada setiap kriteria yang dibutuhkan. Skor tertinggi akan menjelaskan bahwa uraian tersebut dapat dilaksanakan. Skor untuk pemilihan teknologi ialah:

Skor 1: tidak dapat diaplikasikan

Skor 2: Dapat diaplikasikan dengan syarat

Skor 3: Dapat diaplikasikan

Tabel 4. 2 Pemilihan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik

No	Kriteria	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
		ABR	Skor	Wetland	Skor	Biofilter	Skor
1	Lahan	Dapat dibangun dibawah tanah	3	Membutuh kan lahan yang luas	1	Dapat dibangun dibawah tanah	3
2	Konstruksi Biaya dan bahan	Bahan terbuat dari beton dan biaya tidak mahal	3	Bahan dari beton sederhana dan biaya tidak mahal	3	Bahan dari beton selain itu banyak tersedia dipasar, biaya tidak mahal	3
3	Biaya operasional dan pemeliharaan	Murah dan mudah	3	Murah dan mudah	3	Murah dan mudah (pembersihan filter secara rutin)	2
4	Kebutuhan pegawai	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3	Tidak membutuhk an tenaga ahli	3	Tidak membutuhkan tenaga ahli	3
5	Peran serta masyarakat	Masyarakat ikut berperan aktif	3	Masyarakat ikut berperan aktif	3	Masyarakat ikut berperan aktif	3
6	Pencemaran terhadap lingkungan	Penurunan zat organik tinggi	3	Penurunan zat organik tinggi	3	Penurunan zat organik tinggi	3
<b>Total</b>			<b>18</b>		<b>16</b>		<b>17</b>

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan Tabel 4.2 alternatif 1 yaitu pengolahan menggunakan anaerobic baffled reactor (ABR) menjadi pemilihan utama. Nilai skor disesuaikan dnegan keadaan masyarakat saat ini yaitu dimana sangat minim lahan untuk pebangunan IPAL, membutuhkan biaya operasional yang murah dan pemeliharaannya mudah, serta dampak terhadap pencemaran lingkungan. Adapun keuntungan dan kekurangan dari ABR yaitu:

1. Keuntungan

- a. Tahan terhadap beban kejutan dan zat organik
- b. Tidak menggunakan energi listrik dalam pengolahan
- c. Greywater dapat dikelola secara bersamaan

- d. Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia
  - e. Umur pelayanan panjang
  - f. Penurunan zat organik tinggi
  - g. Biaya investasi dan operasi moderat
2. Kekurangan
- a. Memerlukan sumber air yang konstan
  - b. Efluen memerlukan pengolahan sekunder atau dibuang ketempat yang cocok
  - c. Penurunan zat patogen rendah
  - d. Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan

Pada pengoperasian ABR terdapat 3 zona yang akan terbentuk akibat reaksi yang terjadi dalam proses pengolahan air limbah, yakni asidifikasi, methanasi dan zona buffer. Zona asidifikasi terjadi pada kompartemen awal reaktor. Pada zona tersebut terjadi penurunan pH akibat pembentukan asam lemak yang mudah menguap (*volatile fatty acid*). Pembentukan asam lemak tersebut akan menyebabkan peningkatan kapasitas buffer. Buffer tersebut berfungsi untuk mempertahankan agar proses dalam reaktor dapat berjalan dengan baik. Zona methanasi merupakan zona proses pembentukan gas methan (Djonoputro,2011).

#### **4.1.3 Perencanaan Pengolahan Air limbah Domestik di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo**

Wonocolo merupakan salah satu kecamatan di Surabaya yang masih memiliki jumlah rumah buang air besar sembarangan. Bila dilihat dari jumlah rumah yang masih BABS di Kota Surabaya terdapat 512 sambungan rumah yang masih buang air besar sembarangan. Kecamatan Wonocolo sendiri memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo memiliki 202 sambungan rumah yang masih buang air besar sembarangan. Menurut hasil survei, rumah-rumah yang masih buang air besar hanya memiliki jamban saja tidak memiliki tangki septik untuk mengolah limbah dari kamar mandi. Salah satu lokasi yang masih buang air besar sembarangan dengan jumlah kepala keluarga yang banyak adalah RT 07 RW 02 Kelurahan Jemurwonosari. Lokasi tersebut merupakan lokasi yang padat

penduduk dimana terdapat 50 rumah yang masih buang air besar sembarangan dengan jumlah penduduk sebanyak 400 Jiwa. Kondisi geografis lokasi ini berada di jalan jemur andayani. Adapun batas lokasi:

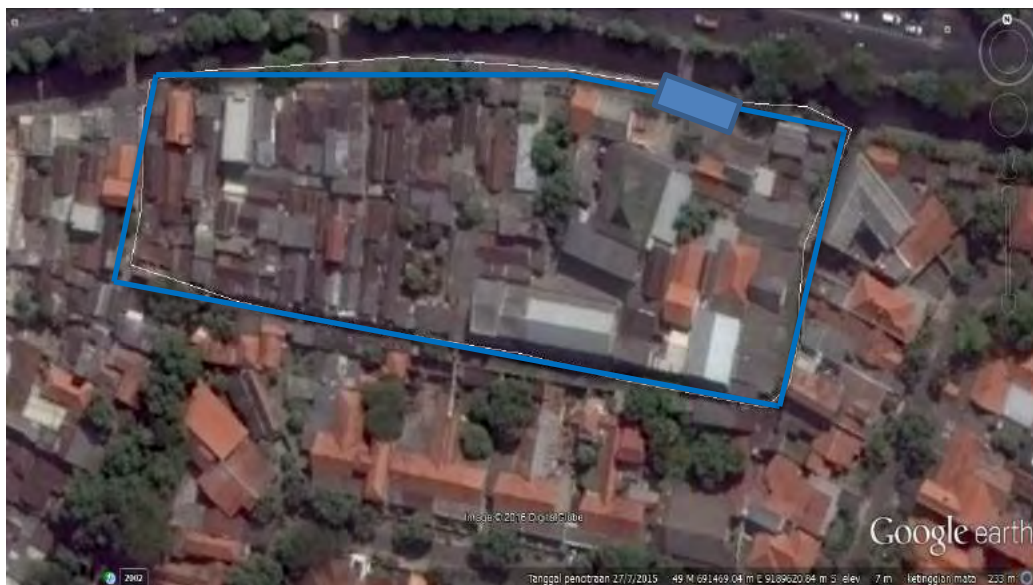
Sebelah utara : Kali dan jalan jemursari



Sebelah selatan: Saluran drainase

Sebelah timur : Permukiman

Sebeah barat : Permukiman

Lokasi ini memiliki kondisi lahan yang relatif datar dengan elevasi muka tanah antara 6 mdpl hingga 7,47 mdpl. Status kepemilikan rumah di RT 07 RW 02 adalah milik pribadi namun ketersediaan lahan kosong untuk pembangunan IPAL tidak ada, sehingga akan direncanakan pada jalan sebelah sungai, atau saluran drainase. Lebar jalan disebelah saluran mencapai 3.5 m. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Keterangan:  Batas area pelayanan  Lokasi IPAL

Gambar 4. 1 Peta Lokasi pembangunan IPAL Jemurwonosari RT 7 RW 2

Berdasarkan referensi yang ada air limbah dari rumah didapatkan pada data konsentrasi BOD, COD, dan TSS di 3 Kecamatan di Kota Surabaya. Konsentrasi limbah domestik dengan parameter BOD, COD, dan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.3.



Tabel 4. 3 Konsentrasi limbah domestik di Kota Surabaya

Kecamatan	Parameter (mg/L)			Sumber
	BOD	COD	TSS	
Tambaksari	45,58	140,36	11	Anoraga, 2015
Gunung Anyar	158	256	210	Anshar, 2014
Wonokromo	154	250	250	Nisaa', 2015

Penentuan konsentrasi BOD COD dan TSS air limbah domestik diambil yang paling tinggi, hal tersebut dipertimbangkan agar perencanaan IPAL dapat mengolah limbah dengan konsentrasi tinggi. Konsentrasi BOD yang ditentukan adalah 158 mg/L, konsentrasi COD sebesar 256 mg/L, dan konsentrasi TSS yang tertinggi yaitu 210 mg/L.

Perhitungan neraca masa diperlukan untuk mengetahui apakah proses pengolahan air limbah yang akan dilakukan sudah mampu dan efektif mereduksi beban pencemar yang ada pada air limbah. Perhitungan neraca masa disajikan seperti berikut:

Perhitungan menggunakan sumber dari Sasse dkk (2009).

$$\text{COD} = 256 \text{ mg/l}$$

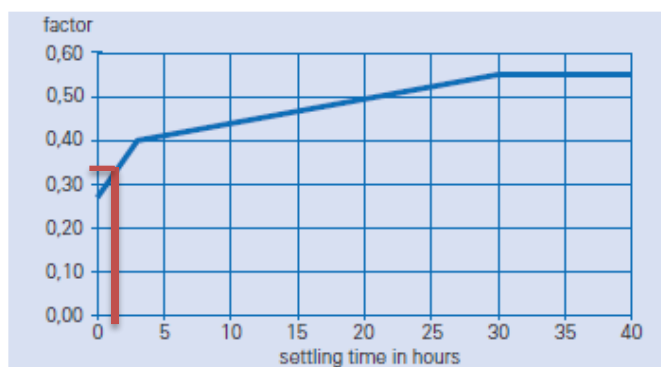
$$\text{BOD} = 158 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 210 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio SS/COD} &= \frac{210 \text{ mg/l}}{256 \text{ mg/l}} \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

$$\text{HRT di settler} = 2 \text{ jam}$$

Nilai rasio SS/COD dan HRT menentukan efisiensi penyisihan COD di *Settler* menggunakan grafik pada Gambar 4.2



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 2 Faktor penyisihan COD dalam *settler*

Waktu detensi yang ditentukan untuk *settler* ialah 2 jam sehingga didapatkan nilai faktor COD sebesar 0,35. Nilai faktor tersebut digunakan dalam mendapatkan persentase penyisihan COD dalam *settler*. perhitungan persentase COD dalam *settler* ialah

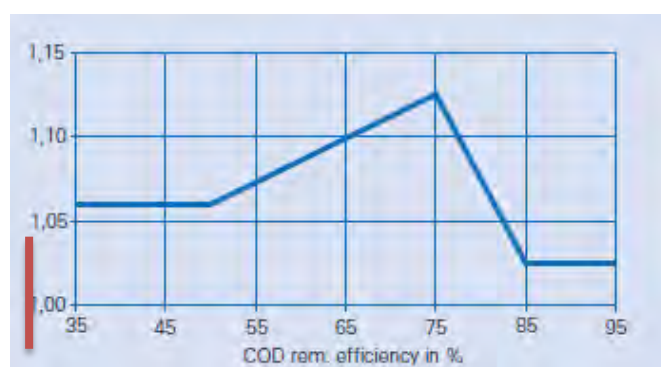
Persentase removal COD dalam *settler*:

$$= ((SS/COD) \times \text{faktor removal COD}) / 0,6$$

$$= ((0,82) \times 0,35) / 0,6$$

$$= 48\%$$

Efisiensi penyisihan di dalam bak *settler* sebesar 48% (<50%) maka faktor penyisihan COD/BOD yaitu sebesar 1,06. Grafik persentase penyisihan BOD dalam *settler* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 3 Faktor rasio penyisihan BOD dalam *settler*

Faktor penyisihan COD/BOD akan digunakan untuk menghitung efisiensi penyisihan BOD dalam *settler*.

$$\begin{aligned}\text{Penyisihan BOD di settler} &= 1,06 \times 48\% \\ &= 51\%\end{aligned}$$

### ***Influent ABR***

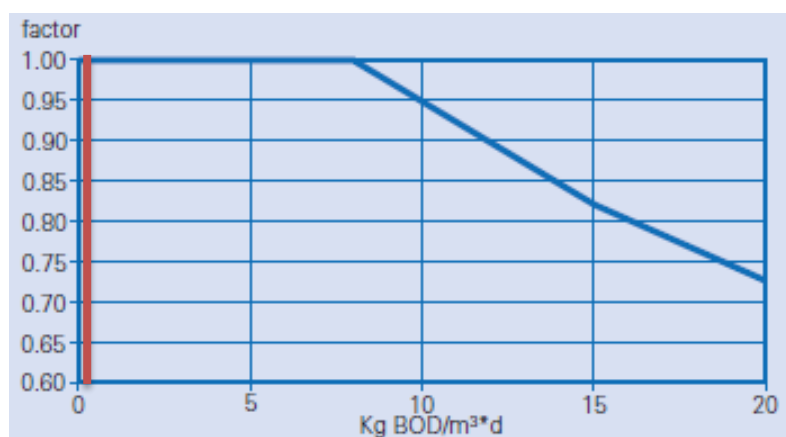
$$\begin{aligned}\text{COD} &= \text{COD}_{\text{in}} \times (1 - \text{penyisihan COD di settler}) \\ &= 256 \text{ mg/l} \times (1 - 48\%) \\ &= 133,5 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BOD} &= \text{BOD}_{\text{in}} \times (1 - \text{penyisihan BOD di settler}) \\ &= 158 \text{ mg/l} \times (1 - 51\%) \\ &= 77,9 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

Perhitungan faktor untuk menghitung penyisihan COD di reaktor baffled menggunakan Gambar 4.4 hingga Gambar 4.7

Untuk menghitung faktor *overload* menggunakan beban yang kemudian diplotkan pada grafik Gambar 4.4 dengan nilai beban BOD yang masuk dalam reaktor baffled sebesar 0,19 Kg BOD/m<sup>3</sup>.hari sehingga didapatkan faktor 1. Perhitungan beban organik BOD adalah

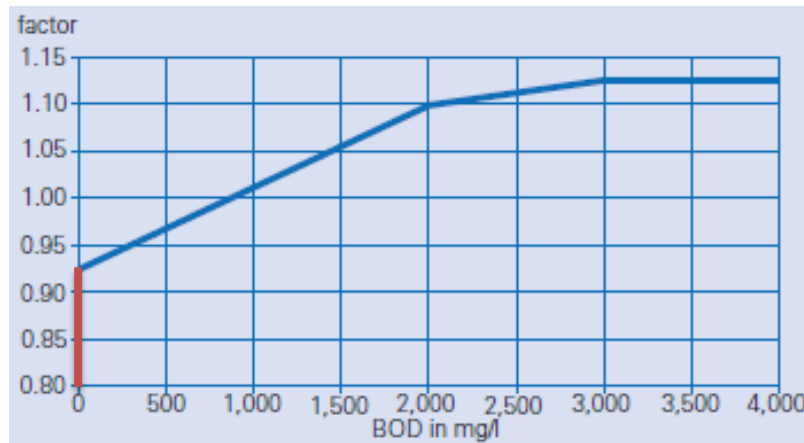
$$\begin{aligned}\text{Beban Organik Loading BO} &= \text{BOD}_{\text{in}} \times Q \text{ limbah} / \text{volume ABR} / 1000 \\ &= 77,9 \text{ mg/L} \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari} / 19,20 \text{ m}^3/1000 \\ &= 0,19 \text{ Kg BOD/m}^3.\text{hari}\end{aligned}$$



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 4 Faktor penyisihan BOD berdasarkan overloading organik

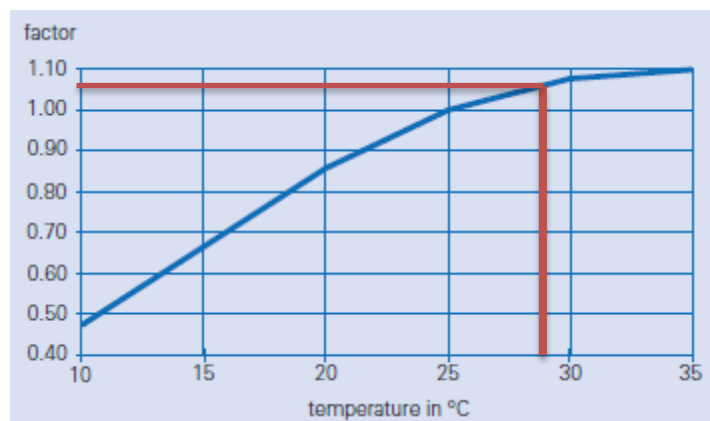
Untuk menghitung faktor strength dapat menggunakan Gambar 4.5 dengan konsentrasi BOD yang masuk dalam reaktor baffled sebesar 77,9 mg/l sehingga didapatkan faktor 0,93.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 5 Faktor penyisihan BOD dengan konsentrasi BODin

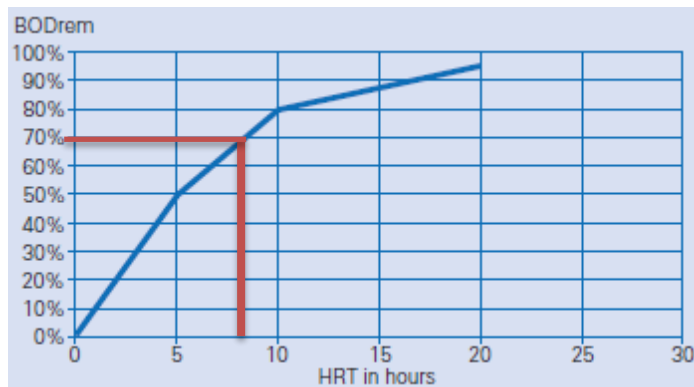
Untuk menghitung faktor temperatur dapat menggunakan Gambar 4.6 dengan temperatur yang masuk dalam reaktor baffled sebesar 29 °C sehingga didapatkan faktor 1,04.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 6 Faktor penyisihan COD berdasarkan temperatur

Untuk menghitung faktor HRT degan menentukan HRT baffled yaitu selama 8 jam sehingga didapatkan faktor 0,7.



Sumber: Sasse, 2009

Gambar 4. 7 Persentase penyisihan COD berdasarkan HRT

Setelah semua faktor didapatkan maka bisa dihitung perkiraan total penyisihan COD dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Penyisihan COD} &= f\text{-overload} \times f\text{-strength} \times f\text{-temp} \times f\text{-HRT} \\
 &= 1 \times 0,88 \times 1,04 \times 0,7 \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

Sehingga penyisihan COD di ABR = 67% (hanya di baffled)

$$\begin{aligned}
 \text{CODeff} &= (1 - 67\%) \times 133,5 \text{ mg/l} \\
 &= 44,4 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total penyisihan COD} &= (1 - \text{CODeff}) / \text{CODin} \\
 &= (1 - 44,4 \text{ mg/l}) / 256 \text{ mg/l} \\
 &= 0,83 \text{ (83\%)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rasio COD/BOD} = 1,048 \text{ (Gambar 4.3)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total penyisihan BOD} &= \text{Rasio} \times \text{Tot Removal COD} \\
 &= 1,06 \times 0,83 \\
 &= 0,87 \text{ (87\%)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BODeff} &= (1 - 87\%) \times 158 \text{ mg/l} \\
 &= 21,1 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

$$\text{Interval pengurasan} = 24 \text{ bulan}$$

Perhitungan neraca massa untuk pengolahan limbah domestik.

### Influen

$$\begin{aligned} Q &= 57,60 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{BOD} &= 158 \text{ mg/l} = 0,158 \text{ kg/m}^3 \\ \text{COD} &= 256 \text{ mg/l} = 0,256 \text{ kg/m}^3 \\ \text{TSS} &= 210 \text{ mg/l} = 0,21 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### Penyisihan

$$\begin{aligned} \text{M BOD} &= Q_{\text{ave}} \times [\text{BOD}] \\ &= 9,10 \text{ kg/hari} \\ \text{M COD} &= Q_{\text{ave}} \times [\text{COD}] \\ &= 14,75 \text{ kg/hari} \\ \text{M TSS} &= Q_{\text{ave}} \times [\text{TSS}] \\ &= 12,10 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M BOD} &= 87\% \times [\text{BOD}] \\ &= 7,89 \text{ kg/hari} \\ \text{M COD} &= 83\% \times [\text{COD}] \\ &= 12,19 \text{ kg/hari} \\ \text{M TSS} &= 98\% \times [\text{TSS}] \\ &= 11,85 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

### Effluen

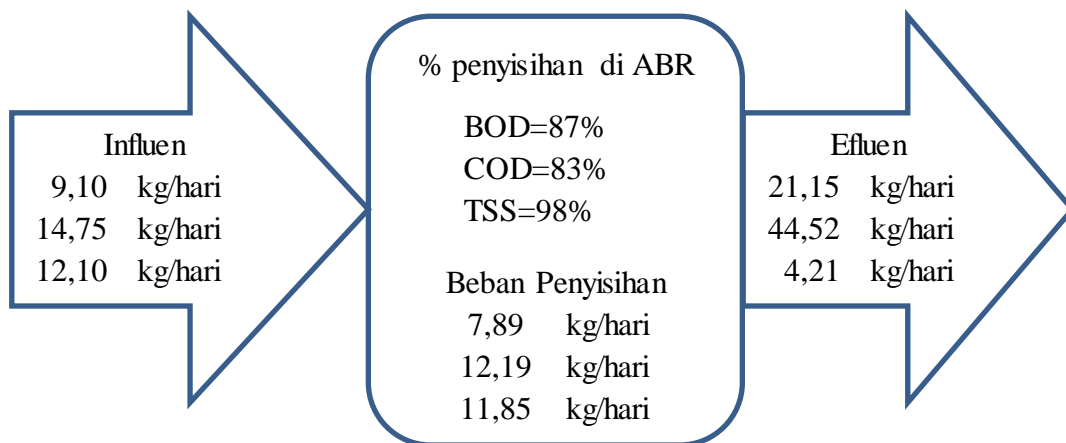
$$\begin{aligned} \text{M BOD} &= \text{M BOD influen} - \text{M BOD removal} \\ &= 1,21 \text{ kg/hari} \\ \text{M COD} &= \text{M COD influen} - \text{M COD removal} \\ &= 2,56 \text{ kg/hari} \\ \text{M TSS} &= \text{M TSS influen} - \text{M TSS removal} \\ &= 0,24 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

### Konsentrasi Effluen

$$\begin{aligned} \text{BOD} &= (\text{M BOD EFFLUEN} / Q) \times 1000 \\ &= 21,145 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{COD} &= (\text{M CODEFFLUEN} / \text{Q}) * 1000 \\
 &= 44,52 \text{ mg/l} \\
 \text{TSS} &= (\text{M TSSEFFLUEN} / \text{Q}) * 1000 \\
 &= 4,21 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Adapun proses pengolahan air limbah domestik dengan efisiensi penyisihan pada unit pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Tabel 4.4.



Gambar 4. 8 Neraca masa sebelum dan setelah pengolahan air limbah

Tabel 4. 4. Proses pengolahan air limbah domestik

Parameter	Influent Air Limbah Domestik (mg/L)	Effluent Bak pengumpul (mg/L)	Effisiensi ABR (%)	Effluent ABR	Baku mutu air limbah domestik (mg/L)**
BOD	158	158	87*	21,15	30
COD	256	256	83*	44,52	50
TSS	210	210	98*	4,21	50

Sumber: \*Sasse, 2009

\*\* Pergub No 72 tahun 2013

#### 4.1.3.1 Perhitungan IPAL

Perencanaan IPAL untuk 50 SR dengan jumlah penduduk mencapai 400 jiwa. Debit air limbah didapatkan dari 70%-80% kebutuhan air bersih. Menurut PDAM Kota Surabaya (2015), rata-rata kebutuhan air bersih masyarakat Kota

Surabaya per orang mencapai 180 – 190 L/hari. Perhitungan dimensi IPAL sebagai berikut:

#### **Debit Air Limbah 50KK**

Jumlah KK	= 50 KK
Jumlah penduduk	= 400 Orang
Konsumsi air bersih	= 180 L/orang/hari
Prosentase air limbah	= 80%
Debit Air Limbah	$= \sum L/\text{orang/hari} \times \sum \text{orang} \times \% \text{ air limbah}$ $= 180 \text{ L/orang/hari} \times 400 \text{ Orang} \times 80 \%$ $= 57.600 \text{ L/hari}$ $= 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}$ $= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam}$

#### **1. Perhitungan Bak Pengumpul**

Bak pengumpul digunakan sebagai wadah pengumpulan air limbah sebelum dipompa menuju unit ABR. Kapasitas waktu efektif bak pengumpul sebaiknya tidak melebihi 10 menit pada desain rata-rata (Kementerian PU, 2013). Hal ini juga mencegah terjadinya pengendapan pada unit bak pengumpul. Adapun perhitungan dimensi bak pengumpul sebagai berikut:

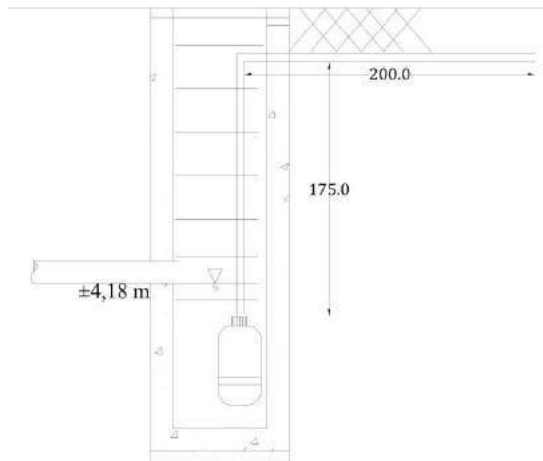
Volume Bak Pengumpul	$= \text{debit limbah (m}^3/\text{jam)} \times \text{td( menit)}$ $= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ menit}$ $= 0,04 \text{ m}^3/\text{menit} \times 10 \text{ menit}$ $= 0,4 \text{ m}^3$
----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### **Dimensi Bak Pengumpul**

Tinggi	= 1 m (ditentukan)
Luas bak	$= \text{Volume} / \text{tinggi}$ $= 0,4 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}$ $= 0,4 \text{ m}^2$
Panjang : lebar	$= 1:1$ $= 0,63 \text{ m}$
Cek volume bak pengumpul	$= 1 \text{ m} \times 0,63 \text{ m} \times 0,63 \text{ m}$ $= 0,4 \text{ m}^3$



$$\begin{aligned}
 \text{Cek Td} &= \text{volume} / \text{debit limbah} \\
 &= 0,4 \text{ m}^3 / 0,04 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 &= 10 \text{ menit}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 9 Panjang pipa dalam sumur

#### Perhitungan pompa

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,00067 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 A &= \frac{1}{4} \times \phi \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,05^2 \\
 &= 0,003 \text{ m}^2 \\
 v &= Q / A \\
 &= 0,00067 \text{ m}^3/\text{dtk} / 0,003 \text{ m}^2 \\
 &= 0,21 \text{ m/detik} \\
 C \text{ pipa PVC} &= 150 \text{ (McGhee , 1991)} \\
 L &= 3,75 \text{ m} \\
 \text{Head total} &= H_{\text{statik}} + h_f + h_m + h_v \\
 H_{\text{stat}} &= 1,75 \text{ m} \\
 H_f &= \left[ \frac{Q}{0,00155 \times 130 \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \\
 &= \left[ \frac{0,00067}{0,2782 \times 120 \times 5^{2,63}} \right]^{1,85} \times 1,75 \\
 &= 0,0056 \text{ m} \\
 H_m &= K [ v^2 / (2 g) ]
 \end{aligned}$$

Aksesoris yang digunakan adalah bend 90<sup>0</sup>. Diketahui K bend 90<sup>0</sup> adalah 6, sehingga Hm pompa adalah

$$\begin{aligned}
 &= K [ v^2 / 2 \times g ] \\
 &= 6 (0,21^2 \text{ m/detik} / 2 \times 9,81) \\
 &= 0,0135 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_v = \text{head kecepatan} &= [ v^2 / (2 \times g) ] \\
 &= 0,0023 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H \text{ total} &= 1,75 \text{ m} + 0,0056 \text{ m} + 0,0135 \text{ m} + 0,0023 \text{ m} \\
 &= 1,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan head yang dibutuhkan pompa sebesar 1,8m dan debit air limbah sebesar 0,00067 m/detik, maka didapatkan pompa submersible untuk air limbah dengan tipe AP 350.

Untuk mengantisipasi terjadinya endapan saat debit minimum dalam sumur pengumpul maka air limbah pada jam minimum akan ditampung dalam sumur pengumpul. Kapasitas air limbah yang akan ditampung dalam sumur pengumpul sebesar 0,02 m<sup>3</sup>. Perhitungan kapasitas air limbah yang akan ditampung dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. 5 Debit Air Limbah tiap Jam

Pukul	Jumlah jam (Jam)	Persentase Pembuangan/jam (%)	Qpeak (m <sup>3</sup> /jam)	Qmin (m <sup>3</sup> /jam)	Qpeak/pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)	Qmin/pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)
0	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
1	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
2	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
3	1	1	-	0,16	-	0,001599
4	1	2	-	0,16	-	0,003197
5	1	8	9,6	-	0,768	-
6	1	8	9,6	-	0,768	-
7	1	8	9,6	-	0,768	-
8	1	8	9,6	-	0,768	-
9	1	6	9,6	-	0,576	-
10	1	4	-	0,16	-	0,006394
11	1	4	-	0,16	-	0,006394
12	1	4	-	0,16	-	0,006394
13	1	4	-	0,16	-	0,006394

Pukul	Jumlah jam (Jam)	Persentase Pembuangan/jam (%)	Qpeak (m <sup>3</sup> /jam)	Qmin (m <sup>3</sup> /jam)	Qpeak/pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)	Qmin/pembuangan (m <sup>3</sup> /jam)
14	1	4	-	0,16	-	0,006394
15	1	7	9,6	-	0,672	-
16	1	8	9,6	-	0,768	-
17	1	8	9,6	-	0,768	-
18	1	7	9,6	-	0,672	-
19	1	3	-	0,16	-	0,004796
20	1	3	-	0,16	-	0,004796
21	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
22	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
23	1	0,5	-	0,16	-	0,000799
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100</b>			<b>0,725333333</b>	<b>0,019182</b>

Sumber: Hasil perhitungan

Debit yang ditampung adalah debit minimum dari pukul 19.00 hingga pukul 05.00, sehingga debit yang didapat ialah 0,02 m<sup>3</sup>/jam. Maka didapatkan volume air limbah seperti pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 Q \text{ dalam sumur pengumpul} &= 0,02 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 T_d &= 10 \text{ jam} \\
 \text{Volume} &= Q \times T_d \\
 &= 0,02 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam} \\
 &= 0,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Ruang Kompartemen

### a. Dimensi tiap kompartemen

Menurut Sasse (2009) kriteria untuk perhitungan desain ABR diantaranya:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu detensi (T}_d\text{)} &= >6\text{jam} && \text{dipilih} = 8 \text{ jam} \\
 v_{up} &= <2\text{m/jam} && \text{dipilih} = 1,7 \text{ m/jam} \\
 \text{Panjang kompartemen} &= 50\%-60\% \text{ dari kedalaman} && \text{dipilih} = 50\% \\
 \text{Kedalaman air (h) ditentukan} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Luas tiap bak} &= \text{debit limbah} / v_{up} \\
 &= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} / 1,7 \text{ m/jam} \\
 &= 1,41 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Panjang kompartemen} = 50\% \times 1,5 \text{ m}$$

$$= 0,75 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar tiap kompartemen} &= \text{luas} / \text{panjang} \\ &= 1,41 \text{ m}^2 / 0,8 \text{ m} \\ &= 1,76 \text{ m} \approx 2 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan aktual upflow} &= \frac{\text{Debit peak limbah } (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})}{\text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)}} \\ &= \frac{2,4 (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})}{0,8 \text{ (m)} \times 2 \text{ (m)}} \\ &= 1,5 \text{ m/jam}\end{aligned}$$

b. Jumlah kompartemen

$$\text{Tinggi freeboard} : 0,3 \text{ m (ditentukan)}$$

$$\text{Panjang kompartemen downflow} : 0,3 \text{ m (ditentukan)}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tiap kompartemen} &= \text{panjang kompartemen} \times \text{lebar} \\ &\quad \text{kompartemen} \times \text{tinggi kompartemen} \\ &= (0,8 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 2,88 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total reaktor} &= \text{debit limbah} \times T_d \\ &= 2,4 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 19,20 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah kompartemen} &= \frac{\text{Vol. total kompartemen}}{\text{Volume tiap kompartemen}} \\ &= \frac{19,20 \text{ m}^3}{2,88 \text{ m}^3} \\ &= 6,67 \text{ kompartemen} \approx 7 \text{ kompartemen}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume desain} &= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \\ &= (0,8 \text{ m} + 0,3) \times 2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 3,9 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cek organik loading rate} &= \frac{Q \times \text{konsentrasi COD}}{\text{Volume desain}} \\ &= \frac{2,4 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times \frac{256 \text{ kg}}{1000 \text{ L}}}{3,9 \text{ m}^3} \\ &= 0,155 \text{ Kg COD/m}^3 \cdot \text{hari} \rightarrow \text{memenuhi (0,22-1,2)}\end{aligned}$$

Perhitungan pipa inlet dan outlet

Direncanakan:

Kecepatan : 0,3 m/detik

Q : 2,4 m<sup>3</sup>/jam = 0,00067 m<sup>3</sup>/detik

A = Q / v  
= 0,00067 m<sup>3</sup>/detik / 0,3 m/detik  
= 0,0022 m<sup>2</sup>

Diameter = 0,05 m

Headloss =  $\left( \frac{Q}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$   
=  $\left( \frac{0,67 \text{ L/detik}}{0,00155 \times 150 \times 5 \text{ cm}^{2,63}} \right)^{1,85} \times 2 = 0,0087 \text{ m}$

Head kecepatan =  $\left( \frac{v^2}{2 \times 9,81} \right)$   
=  $\left( \frac{0,3^2}{2 \times 9,81} \right) = 0,0046 \text{ m}$

Head total = Headloss + Head Kecepatan  
= 0,0087 m + 0,0046 m  
= 0,013 m

Dimensi kompartemen *Anaerobic Baffled Reactor*

Panjang = (panjang upflow + panjang downflow + tebal baffled ) x  
 $\Sigma$  kompartemen  
= (0,8m + 0,3m) x 6 kompartemen  
= 1,1m x 6 = 6,6m

Lebar = 2 m

Tinggi = kedalaman air + freeboard  
= 1,5m + 0,3m = 1,8m

Perhitungan dimensi *settler Anaerobic Baffled Reactor*

Kedalaman = 1,5m (mengikuti kedalaman kompartemen)

Lebar = 2 m (mengikuti lebar kompartemen)

Td dalam *settler* = 2 jam

V ruang Lumpur = (BOD<sub>in</sub>-BOD<sub>ef</sub>)/1000 x Q  
= (158 – 77,9)/1000 x 57,6 x 24 x 30  
= 11 m<sup>3</sup>

Volume air = Q x Td tangki pengendap

$$= (57,6 \text{ m}^3/\text{hari} / 24 \text{ jam/hari}) \times 2 \text{ jam}$$

$$= 2,9 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} = 4,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volume} = V \text{ ruang lumpur} + V \text{ air}$$

$$= 11 + 4,8 = 15,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Panjang} = \text{Volume} / \text{kedalaman} / \text{lebar}$$

$$= 15,8 \text{ m}^3 / 1,5 \text{ m} / 2 \text{ m} = 5,3 \text{ m}$$

Desain IPAL tersebut dapat dibangun pada kondisi fisik lahan di pemukiman yang padat dan minim lahan kosong. Hal tersebut dikarenakan lebar jalan yang tidak terlalu besar dan muka air tanah yang tinggi. Dengan memperhatikan  $v$  up dalam kompartemen kurang dari 2 m/jam, waktu detensi lebih dari 6 jam pada kompartemen, laju beban organik dalam kompartemen antara 0,22 -1,2 Kg COD/m<sup>3</sup>.hari maka perhitungan IPAL dengan sistem komunal tersebut dapat digunakan di RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo.

### 3. Perhitungan Lumpur

Pada unit *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) air limbah domestik yang diolah akan menghasilkan lumpur. Berikut perhitungan lumpur di tangki pengendap dan kompartemen pada ABR.

#### Settler

Diketahui:

$$\text{debit total air limbah} = 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{TSS yang diolah} = 210 \text{ mg/l}$$

$$\text{pengurasan} = 2 \text{ tahun}$$

$$\text{waktu detensi} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{densitas solid} = 2,65 \text{ kg/l}$$

Direncanakan:

$$\text{kadar solid lumpur} = 5\% \text{ (2\%-5\% berdasarkan Metcalf dan Eddy, 2004)}$$

Bedasarkan waktu detensi yakni 2 jam, didapatkan persen removal TSS adalah 60% (Gambar 4.10). Maka TSS yang terremoval adalah sebagai berikut,

$$\text{Penyisihan konsentrasi TSS} = \text{TSS in} \times \% \text{removal TSS}$$

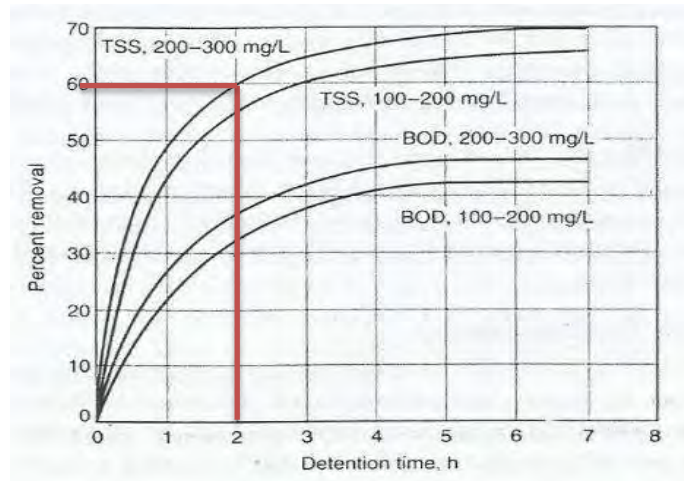
$$= 210 \text{ mg/l} \times 60\%$$

$$= 84 \text{ mg/l}$$

Penyisihan TSS = TSS<sub>in</sub> x %removal TSS

$$= (210 \text{ mg/l} \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}/1000) \times 60\%$$

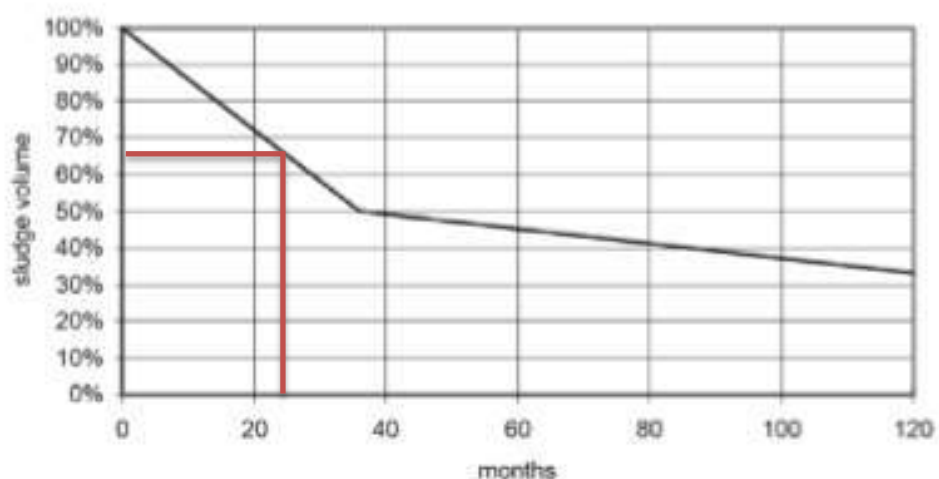
$$= 7,3 \text{ kg/hari}$$



Sumber: Metcalf dan Eddy, 2004

Gambar 4. 10 Persentase Removal TSS dan BOD di *settler*

Massa lumpur air limbah domestik selama 2 tahun dapat dihitung dengan cara mengetahui persentase solid stabilisasi pada Gambar 4.11. Berdasarkan grafik Gambar 4.11 didapatkan persentase lumpur yang tersusut adalah 66% dan persentase stabilisasi solid adalah 34%.



Gambar 4. 11 Faktor Reduksi Volume Lumpur Selama Penyimpanan

Dapat diketahui massa lumpur selama 2 tahun yakni sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\text{Massa Lumpur} &= \text{TSSm rem} \times \% \text{solid stabilisasi} \times \text{pengurasan} \\ &= 7,3 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 34\% \times 2 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari} \\ &= 1.780,1 \text{ kg/2tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Densitas Lumpur} &= \frac{(\text{kadar solid} \times \text{densitas padatan}) + (\text{kadar air} \times \rho \text{ air})}{100\%} \\ &= \frac{(5\% \times 2,65 \text{ kg/l}) + (95\% \times 1)}{100\%} = 1,0825 \text{ kg/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Lumpur} &= \frac{\text{massa lumpur}}{\text{densitas lumpur}} \\ &= \frac{1.780,1 \text{ kg/2tahun}}{1,0825 \text{ kg/l}} = 1.644,5 \text{ liter} = 1,6445 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Tinggi lumpur} = \frac{\text{Volume lumpur}}{\text{A surface settling}} = \frac{1,6445 \text{ m}^3}{(5,3\text{m} \times 2\text{m})} = 0,16 \text{ m}$$

#### Kompartemen 1

Diketahui:

$$\text{debit total air limbah} = 73,10 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{TSS influen} = 84 \text{ mg/l}$$

$$\text{pengurasan} = 2 \text{ tahun}$$

$$\text{waktu detensi} = 1,3 \text{ jam}$$

$$\text{densitas solid} = 2,65 \text{ kg/l}$$

Direncanakan:

$$\text{kadar solid lumpur} = 5\%$$

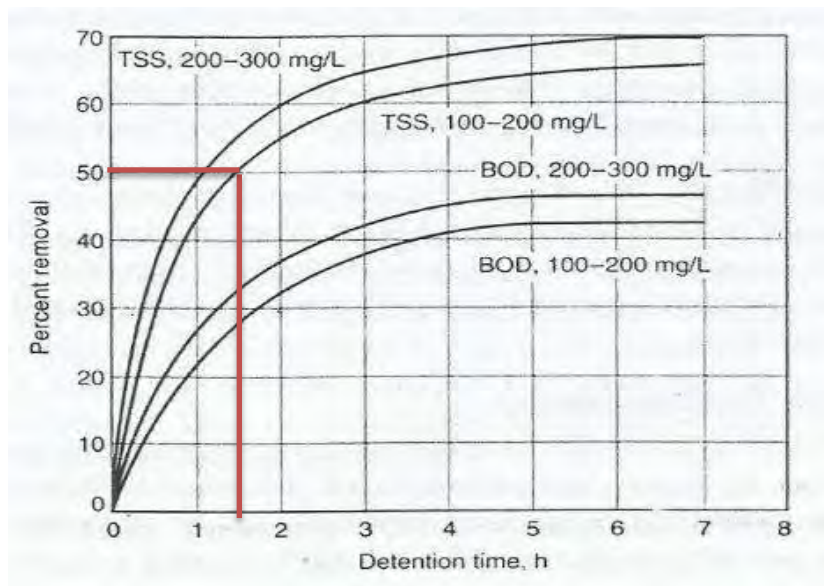
Perhitungan:

Berdasarkan waktu detensi yakni 1,3 jam, didapatkan persen penyisihan TSS adalah 50% (Gambar 4.11), Maka TSS yang teremoval adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\text{TSS removal} &= \text{TSS influen} \times \% \text{removal TSS} \\ &= 84 \text{ mg/l} \times 50\% \\ &= 42 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TSS removal} &= \text{TSSm in} \times \% \text{removal TSS} \\ &= (84 \text{ mg/l} \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari}/1000) \times 50\% \\ &= 2,4 \text{ kg/hari}\end{aligned}$$





Gambar 4. 12 Persentase Removal TSS dan BOD di kompartemen

Maka, perhitungan volume lumpur berdasarkan konsentrasi TSS adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Lumpur} &= \text{TSSm rem} \times \% \text{solid stabilisasi} \times \text{pengurangan} \\
 &= 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 34\% \times 2 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari} \\
 &= 593,4 \text{ kg/2tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas Lumpur} &= \frac{(\text{kadar solid} \times \text{densitas padatan}) + (\text{kadar air} \times \rho \text{ air})}{100\%} \\
 &= \frac{(5\% \times 2,65 \text{ kg/l}) + (95\% \times 1)}{100\%} = 1,0825 \text{ kg/l}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Lumpur} &= \frac{\text{massa lumpur}}{\text{densitas lumpur}} \\
 &= \frac{593,4 \text{ kg/2tahun}}{1,0825 \text{ kg/l}} = 548,2 \text{ liter} = 0,548 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi lumpur} = \frac{\text{Volume lumpur}}{\text{A surface settling}} = \frac{0,548 \text{ m}^3}{(1,1\text{m} \times 2\text{m})} = 0,25 \text{ m}$$

Hasil perhitungan kompartemen berikutnya dapat dilihat pada

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Lumpur di Kompartemen Selama 2 Tahun

Kompartemen	TSS influen (kg/m <sup>3</sup> )	TSSm removal (kg/hari)	Massa lumpur (kg/2tahun)	Volume lumpur (m <sup>3</sup> )	Tinggi lumpur (m)
tangki pengendap	0,210	7,26	1780	1,64	0,16
1	0,084	2,42	593,4	0,548	0,25
2	0,042	1,21	296,7	0,274	0,12

Kompartemen	TSS influen (kg/m <sup>3</sup> )	TSSm removal (kg/hari)	Massa lumpur (kg/2tahun)	Volume lumpur (m <sup>3</sup> )	Tinggi lumpur (m)
3	0,021	0,60	148,3	0,137	0,06
4	0,011	0,30	74,2	0,069	0,03
5	0,005	0,15	37,1	0,034	0,02
6	0,003	0,08	18,5	0,017	0,01

#### 4. Perhitungan Gas

$$\text{Koef yeild (Y)} = 0,07 \quad 0,04-1$$

$$\text{Efisiensi pengolahan (E)} = 0,7 \quad 0,6-0,9$$

$$Q = 57,60 \quad \text{m}^3/\text{hari}$$

$$S_o = 158 \quad \text{mg/L}$$

$$\text{Koef endogenus (Kd)} = 0,03 \quad 0,02-0,04$$

$$\theta_c = 720 \quad \text{hari}$$

$$\text{Massa lumpur (Px)} = Y \times Q \times E \times S_o / (1000 \text{ g/Kg}) / (1 + K_d \times \theta_c)$$

$$= 0,07 \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,7 \times 158 \text{ mg/L} / (1000 \text{ g/Kg}) / (1 + 0,03 \times 720 \text{ hari})$$

$$= 0,0197 \text{ Kg/hari}$$

$$\text{Volume gas} = 0,35 \text{ m}^3/\text{Kg} \times ((E \times Q \times S_o / (1000 \text{ g/Kg}) - 1,42 \times P_x))$$

$$= 0,35 \text{ m}^3/\text{Kg} \times ((0,7 \times 57,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 158 \text{ mg/L} / (1000 \text{ g/Kg}) - 1,42 \times 0,0197 \text{ Kg}))$$

$$= 2,22 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, sebanyak 2,22 m<sup>3</sup>/hari terbentuk gas metan dari pengolahan limbah domestik menggunakan unit ABR.

#### Perhitungan Profil Hidrolis IPAL

$$\text{Elevasi tanah awal} = 6 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman penanaman pipa menuju sumur pengumpul} = 1,82 \text{ m}$$

##### SUMUR PENGUMPUL

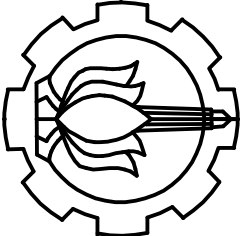
##### ABR

$$\text{Elevasi muka air awal} = 4,18 \text{ m} \quad \text{Elevasi muka air awal} = 5,75 \text{ m}$$

$$\text{Head statistik pompa} = 1,57 \text{ m} \quad \text{Hf inlet} = 0,013 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi muka air akhir} = 5,75 \text{ m} \quad \text{Hf outlet} = 0,013 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi muka air akhir} = 5,73 \text{ m}$$



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Materi Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tugas

Kajian Perencanaan Pengaliran Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Kontrol dalam  
Menyapai Labirural Access di Ecan Surabaya  
(Studi Kasus Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Bocet Dinda Alfarida  
(3314 202 005)

Dosen Pembimbing

Ir. Rddy S Soedjono Dpt. Scs, MSc, PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01)

Judul Gambar

DESAIN RAB

Keterangan

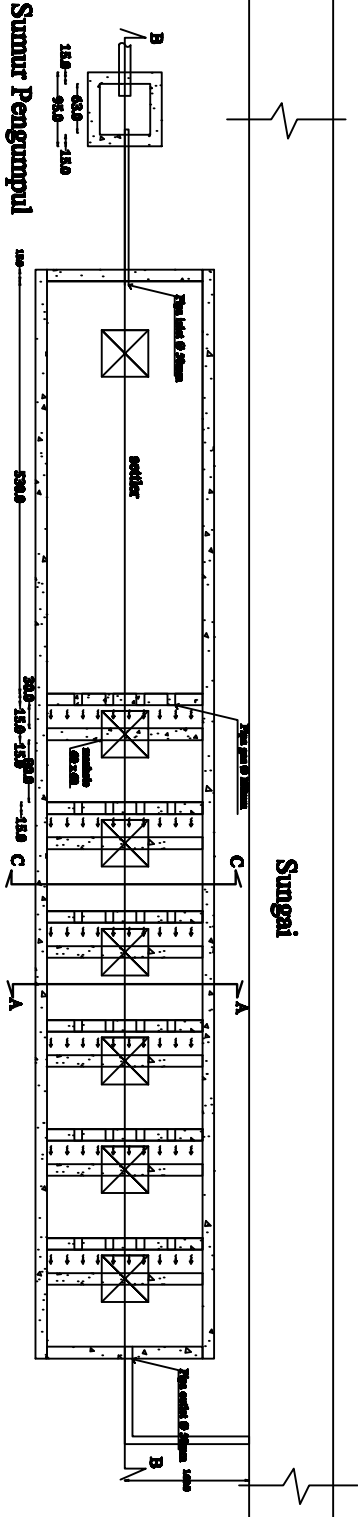
 Beton

Skala

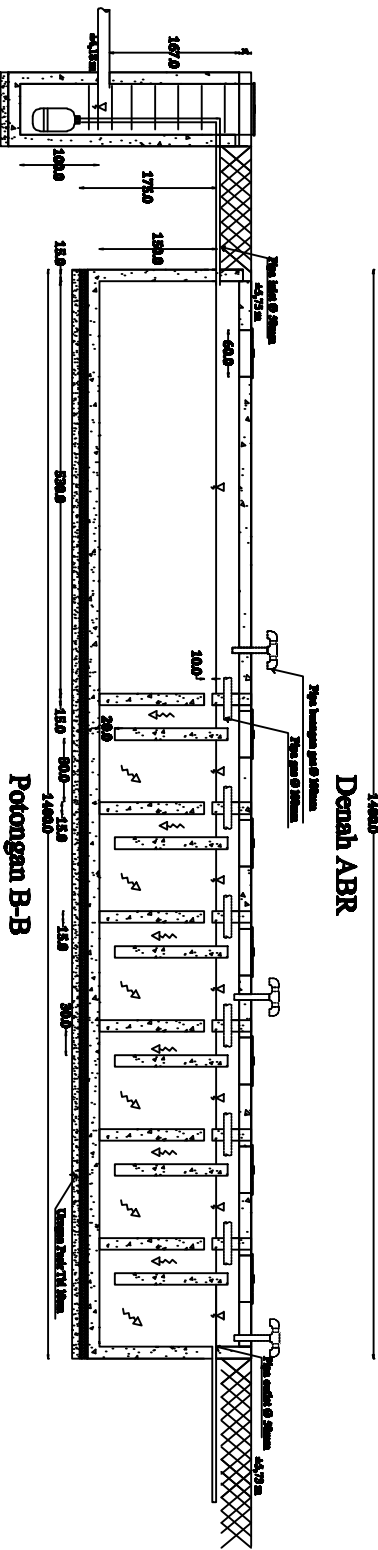
No Gambar

1:10

Sungai

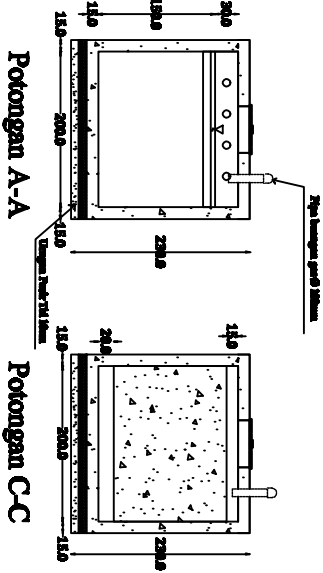


Sumur Pengumpul



Potongan B-B

Sumur Pengumpul



Potongan A-A

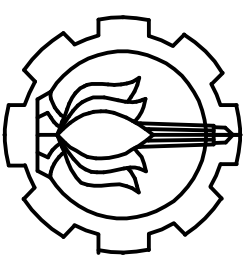
Potongan C-C

#### 4.1.3.2 Perhitungan Dimensi Pipa

Sistem penyaluran air limbah di Kelurahan Jemurwonosari RT 7 RW 2. Perhitungan dimensi pipa air limbah diperlukan untuk menyediakan kecepatan aliran dalam pipa yang lebih besar dari kecepatan minimum yang dipersyaratkan. Kecepatan minimum digunakan untuk menghindari adanya endapan dalam pipa, sedangkan kecepatan maksimum untuk menghindarkan gesekan yang berlebihan dalam pipa sehingga mengakibatkan kerusakan. Namun apabila kecepatan dalam pipa tidak mencapai 0,6 m/dt maka kemiringan pipa harus dirancang minimal 1% (*Public Utilities Department*, 2015). Untuk itu diperlukan penggelontoran air agar mencegah endapan yang ada di dalam pipa air limbah.

Debit yang didapat dari perhitungan pembebanan,  $Q_{min}$  dan  $Q_{peak}$  total, dipakai sebagai perhitungan dalam menentukan diameter pipa. Selanjutnya ditentukan nilai  $d/D$  yaitu 0,6. Nilai ini merupakan rasio kedalaman air limbah yang proporsional untuk memastikan kondisi dimana ketika minimum akan terdapat kecepatan yang cukup untuk mencegah deposisi padatan dan ketika maksimum dapat menyediakan ventilasi udara yang cukup untuk gas yang tercipta dalam pipa air limbah (Mara et al., 2001). Dalam saluran sederhana, nilai  $d/D$  biasanya berada diantara  $0.2 < d/D < 0.8$ . Nilai  $d/D$  lalu diplot pada grafik hidraulik untuk mendapatkan rasio  $Q_p/Q_f$ .

Penyaluran air limbah dilakukan melalui pipa pengumpul menuju pipa pembawa kembudian menuju instalasi pengolahan air limbah (IPAL) kemudian air hasil olahan IPAL akan dialirkan menuju sungai. Setiap pipa pembuangan memiliki beban yang berbeda sesuai dengan jumlah rumah tangga yang dilayani.



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Materi Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Teori

Kajian Perencanaan Pengaliran Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Kanalisasi dalam  
Masyarakat Urban di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Rofa Dinda Alvinia  
(3314202 009)

Dosen Pembimbing

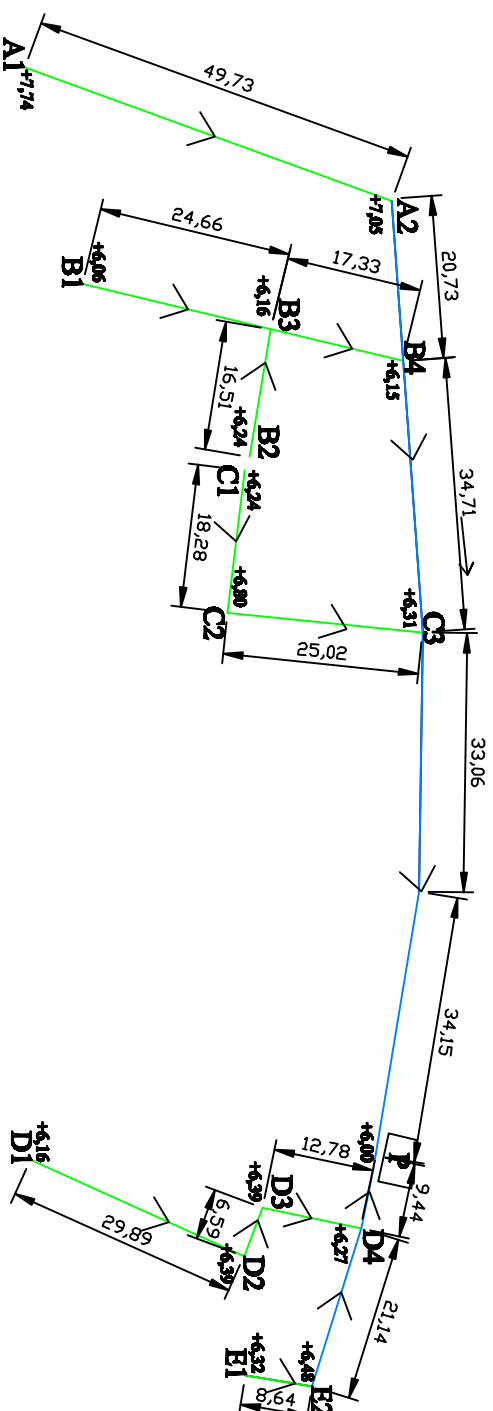
Ir. Rofy S Soedjono Dptl SR, MSc, PhD  
(1960 05 08 1989 03 10 01)

Judul Gambar

**SANITASI RUMAH**

Keterangan

- PIPA PVC Ø4"
- PIPA PVC Ø 6"



Skala

No Gambar

1:900

4.10

Berikut contoh perhitungan beban pipa A1-A2.

Pemakaian air bersih	= 180 L/orang.hari
Kapasitas air limbah	= Konsumsi air bersih (L/hari) x 80%
Faktor puncak	= 4 (berdasarkan grafik faktor puncak)
Direncanakan d/D	= 0,6
Kekasaran pipa (n)	= 0,013 (PVC)
Slope pipa	= 0,01
Jumlah jiwa	= 400 Jiwa

#### **Perhitungan Debit Air Limbah**

$$\begin{aligned}\text{Debit air limbah} &= \text{Jumlah jiwa} \times \text{Konsumsi air bersih (L/hari)} \times 80\% \\ &= 400 \text{ jiwa} \times 180 \text{ L/orang.hari} \times 80\% \\ &= 5760 \text{ L/hari} \\ &= 5,760 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit Puncak (Q peak)} &= \text{Faktor puncak} \times \text{Debit air limbah} \\ &= 4 \times 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,00027 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,27 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit minimum (Qmin)} &= 0,2 \times (\text{jumlah jiwa}/1000)^{0,2} \times \text{debit limbah} \\ &= 0,2 \times (40/1000)^{0,2} \times 0,00007 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,000007 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,007 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

Perhitungan debit tiap saluran pipa dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Debit Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari

No	Pipa	Beban Saluran (%)	Blok	Jumlah KK (KK)	Jumlah orang (jiwa)	Kebutuhan Air (L/hr) (m <sup>3</sup> /hr)		Debit air limbah 80% (l/hari) (m <sup>3</sup> /hr) (m <sup>3</sup> /dt)			Qpeak m <sup>3</sup> /dt L/dt		Qmin m <sup>3</sup> /dt l/detik	
1	A1-A2	100	A	5	40	7200	7,20	5760	5,76	0,00007	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700
2	A2-B4	100	F	5	40	7200	7,20	5760	5,76	0,00007	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700
3	B1-B3	100	B	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
4	B2-B3	100	B	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
5	B3-B4	100	B	12	96	17280	17,28	13824	13,82	0,00016	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003
6	B4-C3	100	F	22	176	31680	31,68	25344	25,34	0,00029	0,00117	1,17333	0,0000414	0,04145
7	C1-C2	100	C	3	24	4320	4,32	3456	3,46	0,00004	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379
8	C2-C3	100	C	8	64	11520	11,52	9216	9,22	0,00011	0,00043	0,42667	0,0000123	0,01231
9	C3-P	100	F	38	304	54720	54,72	43776	43,78	0,00051	0,00203	2,02667	0,0000799	0,07986
10	E1-E2	100	F	3	24	4320	4,32	3456	3,46	0,00004	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379
11	E2-D4	100	F	5	40	7200	7,20	5760	5,76	0,00007	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700
12	D1-D2	100	D	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
13	D2-D3	100	D	4	32	5760	5,76	4608	4,61	0,00005	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536
14	D3-D4	100	D	7	56	10080	10,08	8064	8,06	0,00009	0,00037	0,37333	0,0000105	0,01049
15	D4-P	100	F	12	96	17280	17,28	13824	13,82	0,00016	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003
<b>TOTAL</b>				<b>50</b>	<b>400</b>	<b>72000</b>	<b>72</b>	<b>576000</b>	<b>576</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,02667</b>	<b>26,6667</b>	<b>0,0004440</b>	<b>0,44403</b>

Sumber: Hasil perhitungan

### Perhitungan Diameter Pipa

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}} &= 0,98 \text{ (Gambar 2.4)} \\ Q_{\text{full}} &= Q_{\text{peak}} / Q_{\text{peak}}/Q_{\text{full}} \\ &= 0,000267 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,98 \\ &= 0,000272 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Slope} &= 0,01 \\ \text{Diameter hitung} &= (Q_{\text{full}} \times n / 0,3117 \times s^{0,5})^{0,375} \\ &= 0,000272 \text{ m}^3/\text{detik} \times 0,013 / 0,3117 \times 0,01^{0,5})^{0,375} \\ &= 0,03316 \text{ m} \\ &= 3,316 \text{ cm} \\ \text{Diameter terpakai} &= 4'' \\ &= 10,16 \text{ cm} \rightarrow 0,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimensi pipa menentukan kedalaman aliran air, untuk sistem penyaluran air limbah domestik pipa pengumpul menggunakan dimensi pipa 4'' (10,16cm), sementara untuk pipa pembawa menggunakan diameter 6'' (15cm). Sehingga dimensi yang digunakan menggunakan standart diameter minimum untuk penyaluran air limbah domestik. Perhitungan diameter pipa dapat dilihat pada Tabel 4.9.

### Perhitungan kecepatan minimum

$$\begin{aligned} \text{Diameter yang direncanakan} &: 4'' \rightarrow 10,16 \text{ cm} \rightarrow 0,1 \text{ m} \\ \text{Debit penuh (} Q_{\text{full}} \text{)} &= 0,3117/n \times \text{diameter (m)}^{2,67} \times s^{0,5} \\ &= 0,3117/0,013 \times 0,1 \text{ m} \times 0,1^{0,5} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 5,348 \text{ L/detik} \\ V_{\text{full}} &= \frac{1}{n} S^{1/2} 0,397 D^{2/3} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 0,1^{1/2} \times 0,397 0,1^{2/3} \\ &= 0,66 \text{ m/detik} \\ Q_{\text{min}}/Q_{\text{full}} &= 0,007 \text{ L/detik}/5,348 \text{ L/detik} \\ &= 0,001310 \end{aligned}$$



Berdasarkan grafik hidraulik (Gambar 2.4) didapatkan nilai  $v_{min/v full}$  sebesar 0,71. Kecepatan minimum yang didapat dari hasil perkalian antara  $v_{min/v full}$  dengan  $v_{full}$

$$\begin{aligned} V_{min} &= 0,71 \times 0,66 \text{ m/detik} \\ &= 0,47 \text{ m /detik} \end{aligned}$$

Perhitungan kecepatan minimum dalam pipa dapat dilihat pada Tabel 4.6. Menurut Metcalf dan Eddy (1981), kecepatan / *velocity* ( $v$ ) minimum dalam pipa pada saat debit minimum tidak kurang dari 0,3 m/detik. Sehingga  $v$  minimum dalam pipa memenuhi. Namun tetap dibutuhkan penggelontoran sebagai pemeliharaan pipa dari kemungkinan terjadinya endapan. Untuk membersihkan pipa maka dibutuhkan  $Q_{full}$  agar seluruh kotoran dalam pipa terbawa aliran air. Penggelontoran dilakukan secara berkala untuk membersihkan kotoran yang mengendap dalam pipa. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum waktu yang digunakan untuk penggelontoran pipa antara 5-15 menit. Pada perencanaan ini waktu penggelontoran selama 5 menit dan direncanakan penggelontoran dilakukan dalam waktu setahun sekali. Perhitungan volume gelontor dapat dilihat pada Tabel 4.8. Perhitungan volume penggelontoran untuk pipa A1-A2 adalah

$$\begin{aligned} V_{gelontor} &= Q_{gelontor} (\text{m}^3/\text{detik}) \times t_{gelontor} (\text{detik}) \\ &= 0,005 \text{ m}^3/\text{detik} \times 300 \text{ detik} \\ &= 1,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Volume Penggelontoran

No	Pipa	Q gelontor (Q full) m <sup>3</sup> /detik	T gelontor (5menit) detik	V gelontor m <sup>3</sup>
1	A1-A2	0,005	300	1,60
2	B1-B3	0,005	300	1,60
3	B2-B3	0,005	300	1,60
4	C1-C2	0,005	300	1,60
5	E1-E2	0,005	300	1,60
6	D1-D2	0,005	300	1,60
<b>Total</b>		<b>0,032</b>	<b>1800</b>	<b>9,6</b>

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari

No	Pipa	Qpeak		Qmin		Koefisien kekasaran	d/D awal	Qpeak/Qful	Qfull	Slope	Diameter hitung			Diameter terpakai	
		m3/detik	l/detik	m3/detik	l/detik						m	cm	inch	cm	m
1	A1-A2	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700	0,013	0,80	0,98	0,00027	0,01	0,03316	3,31593	4	10,16	0,10
2	A2-B4	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700	0,013	0,80	0,98	0,00027	0,01	0,03316	3,31593	6	15,24	0,15
3	B1-B3	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
4	B2-B3	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
5	B3-B4	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003	0,013	0,80	0,98	0,00065	0,01	0,04605	4,60453	4	10,16	0,10
6	B4-C3	0,00117	1,17333	0,0000414	0,04145	0,013	0,80	0,98	0,00120	0,01	0,05780	5,77964	6	15,24	0,15
7	C1-C2	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379	0,013	0,80	0,98	0,00016	0,01	0,02738	2,73787	4	10,16	0,10
8	C2-C3	0,00043	0,42667	0,0000123	0,01231	0,013	0,80	0,98	0,00044	0,01	0,03955	3,95504	4	10,16	0,10
9	C3-P	0,00203	2,02667	0,0000799	0,07986	0,013	0,80	0,98	0,00207	0,01	0,07094	7,09432	6	15,24	0,15
10	E1-E2	0,00016	0,16000	0,0000038	0,00379	0,013	0,80	0,98	0,00016	0,01	0,02738	2,73787	4	10,16	0,10
11	E2-D4	0,00027	0,26667	0,0000070	0,00700	0,013	0,80	0,98	0,00027	0,01	0,03316	3,31593	6	15,24	0,15
12	D1-D2	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
13	D2-D3	0,00021	0,21333	0,0000054	0,00536	0,013	0,80	0,98	0,00022	0,01	0,03050	3,04975	4	10,16	0,10
14	D3-D4	0,00037	0,37333	0,0000105	0,01049	0,013	0,80	0,98	0,00038	0,01	0,03762	3,76187	4	10,16	0,10
15	D4-P	0,00064	0,64000	0,0000200	0,02003	0,013	0,80	0,98	0,00065	0,01	0,04605	4,60453	6	15,24	0,15
<b>Total</b>		<b>0,02667</b>	<b>26,66667</b>	<b>0,0004440</b>	<b>0,44403</b>	<b>0,013</b>	<b>0,80</b>	<b>0,98</b>	<b>0,02721</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Kecepatan Minimum Pipa Penyaluran Air Limbah RT 7 RW 2 Jemurwonosari

No	Pipa	Qmin		Koefisien kekasaran	Slope	Diameter terpakai			Qfull cek		Qmin/Qful	Vmin/ Vfull	Vfull	Vmin	d min / D full cek	H renang m
		m3/detik	l/detik			inch	cm	m	m3/detik	L/detik			m/detik	m/dt		
1	A1-A2	0,0000070	0,00700	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001310	0,71	0,66	0,47	0,151	0,015
2	A2-B4	0,0000070	0,00700	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,000444	0,71	0,86	0,62	0,160	0,024
3	B1-B3	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,162	0,016
4	B2-B3	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,162	0,016
5	B3-B4	0,0000200	0,02003	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,003745	0,71	0,66	0,47	0,090	0,009
6	B4-C3	0,0000414	0,04145	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,002625	0,71	0,86	0,62	0,101	0,015
7	C1-C2	0,0000038	0,00379	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,000709	0,71	0,66	0,47	0,109	0,011
8	C2-C3	0,0000123	0,01231	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,002302	0,71	0,66	0,47	0,109	0,011
9	C3-P	0,0000799	0,07986	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,005058	0,71	0,86	0,62	0,114	0,017
10	E1-E2	0,0000038	0,00379	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,000709	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
11	E2-D4	0,0000070	0,00700	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,000444	0,71	0,86	0,62	0,114	0,017
12	D1-D2	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
13	D2-D3	0,0000054	0,00536	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001002	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
14	D3-D4	0,0000105	0,01049	0,013	0,01	4	10,16	0,10	0,005	5,348	0,001961	0,71	0,66	0,47	0,114	0,012
15	D4-P	0,0000200	0,02003	0,013	0,01	6	15,24	0,15	0,016	15,789	0,001268	0,71	0,86	0,62	0,114	0,017

Sumber: Hasil perhitungan

### Perhitungan penanaman pipa

Penanaman pipa dihitung berdasarkan besar slope pipa yang direncanakan pada perhitungan dimensi pipa. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum tahun 2011, kedalaman penanaman pipa untuk pipa service minimum 0,75m dan penanaman pipa lateral kedalaman minum 1 m dari permukaan tanah. Pada perencanaan penanaman pipa service ini menggunakan penanaman sedalam 0,8m. Contoh perhitungan penanaman pipa A1-A2 adalah sebagai berikut:

Diameter terpakai	= 0,1 m
Panjang saluran	= 49,73 m
Slope rencana	= slope pipa = 0,01
Kedalaman awal	= 0,8 m
Elevasi muka tanah awal	= 7,47 m
Elevasi muka tanah akhir	= 7,05 m
HL	= Slope x Panjang saluran = 0,01 x 49,73 m = 0,05 m

#### Kedalaman awal

Elevasi tanah atas	= 7,47 m
Elevasi awal pipa atas	= 7,47 m – 0,8 = 6,67 m
Elevasi awal pipa bawah	= 6,67 m – 0,1m = 6,57 m

#### Kedalaman akhir

Elevasi awal pipa atas	= 6,67 m
Elevasi akhir pipa atas	= 6,67 m – 0,5 = 6,17 m
Elevasi akhir pipa bawah	= 6,17 m – 0,1m = 6,07 m

#### Kedalaman penanaman

Awal	= Elevasi tanah awal – Elevasi pipa awal bawah = 7,47 – 6,57 = 0,9 m
Akhir	= 7,05 – 6,07 – 0,1 = 0,98 m

Hasil perhitungan penanaman pipa sistem penyaluran air limbah dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Penanaman Pipa

No	Pipa	Slope	Diameter terpakai			L m	Elevasi Tanah (m)		Elevasi Pipa Awal (m)		Elevasi Pipa Akhir (m)		Kedalaman Penanaman (m)	
			inch	cm	m		Awal	Akhir	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
1	A1-A2	0,01	4	10,16	0,10	49,73	7,47	7,05	6,67	6,57	6,17	6,07	0,90	0,98
2	A2-B4	0,01	6	15,24	0,15	20,73	7,05	6,65	6,17	6,02	5,97	5,81	1,03	0,84
3	B1-B3	0,01	4	10,16	0,10	24,66	6,06	6,16	5,26	5,16	5,01	4,91	0,90	1,25
4	B2-B3	0,01	4	10,16	0,10	16,51	6,24	6,16	5,44	5,34	5,27	5,17	0,90	0,99
5	B3-B4	0,01	4	10,16	0,10	17,33	6,16	6,65	5,27	5,17	5,10	5,00	0,99	1,65
6	B4-C3	0,01	6	15,24	0,15	34,71	6,65	6,31	5,10	4,95	4,75	4,60	1,70	1,71
7	C1-C2	0,01	4	10,16	0,10	18,28	6,24	6,80	5,44	5,34	5,26	5,16	0,90	1,64
8	C2-C3	0,01	4	10,16	0,10	25,02	6,80	6,31	5,26	5,16	5,01	4,91	1,64	1,40
9	C3-P	0,01	6	15,24	0,15	67,21	6,31	6,00	5,01	4,85	4,33	4,18	1,46	1,82
10	E1-E2	0,01	4	10,16	0,10	8,64	6,32	6,48	5,52	5,42	5,43	5,33	0,90	1,15
11	E2-D4	0,01	6	15,24	0,15	21,14	6,48	6,27	5,43	5,28	5,22	5,07	1,20	1,20
12	D1-D2	0,01	4	10,16	0,10	29,89	6,16	6,39	5,36	5,26	5,06	4,96	0,90	1,43
13	D2-D3	0,01	4	10,16	0,10	6,59	6,39	6,39	5,06	4,96	5,00	4,89	1,43	1,50
14	D3-D4	0,01	4	10,16	0,10	12,78	6,39	6,27	5,00	4,89	4,87	4,77	1,50	1,50
15	D4-P	0,01	6	15,24	0,15	9,44	6,27	6,00	4,87	4,72	4,33	4,18	1,56	1,82

Sumber: Hasil Analisis

## 4.2 Aspek Pembiayaan

### 4.2.1 Rencana Investasi Pengelolaan Air Limbah Domestik

Dalam meminimalisir pencemaran lingkungan yang terjadi pada permukiman yang masih buang air besar sembarangan di Kota Surabaya, dibutuhkan upaya pembangunan sarana fisik untuk IPAL beserta jaringan perpipaannya. RAB adalah biaya-biaya yang diperlukan dalam pengadaan peralatan dan biaya pembayaran tenaga kerja. Dalam perhitungan rencana anggaran belanja untuk pekerjaan fisik analisa pekerjaan menggunakan harga satuan pokok kerja (HSPK) yang dikeluarkan oleh pemerintah Kota Surabaya dengan pedoman SNI.

Dalam menentukan rancangan anggaran biaya dibutuhkan analisis BOQ atau *Bill of Quantity* yang merupakan rincian jumlah dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan di dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah. Perhitungan BOQ ini menggunakan lokasi RT 7 RW 2 Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo. Berikut merupakan hasil perhitungan dari peralatan dan pekerjaan yang akan digunakan dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah.

#### 4.2.1.1 BOQ Kebutuhan Pipa

Perencanaan psistem penyaluran air limbah ini menggunakan pipa PVC. Data masing-masing diameter dan panjang pipa diketahui dari perhitungan dimensi pipa. Satu pipa PVC memiliki panjang 6 m, sehingga terdapat perhitungan jumlah kebutuhan pipa PVC. Berikut ini perincian jumlah (BOQ) perpipaan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Jumlah Pipa RT 7 RW 2 Jemurwonosari

Diameter Pipa (m)	Panjang. Pipa (m)	Panjang Pipa / Batang (m)	Jmlh kebutuhan Pipa (Batang)
100 mm	209,43	34,91	35
150 mm	153,23	25,54	26

Sumber: Hasil Perhitungan

#### BOQ Aksesoris Pipa

Dalam perencanaan ini, aksesoris pipa menggunakan Tee PVC dan Bend PVC. Kebutuhan aksesoris pipa dapat dilihat pada Tabel 4.13

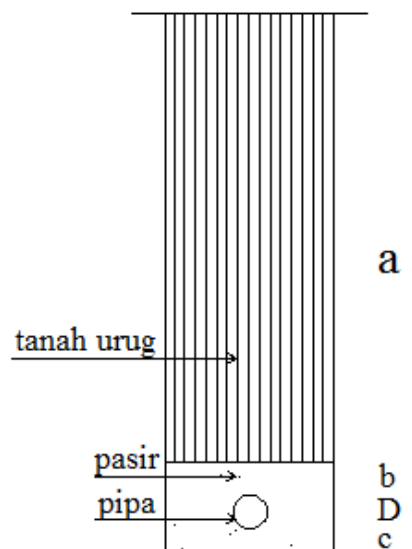
Tabel 4. 13 Jumlah Aksesoris Pipa Jemurwonosari

No	Jenis	Jumlah
1	Bend PVC 45 ø 150 mm	1
2	Bend PVC 22,5 ø 150 mm	1

Sumber: Hasil Perhitungan

### BOQ Galian dan Urugan Pipa

Penggalian pipa yang direncanakan pada keadaan jalan paving seperti Gambar 4.13. Penanaman pipa dari muka tanah direncanakan sesuai dengan perhitungan penanamang pipa yang telah dihitung sebelumnya.



Gambar 4. 13 Tipikal Galian Pipa Air Limbah

Tabel 4. 14 Dimensi Galian yang direncanakan

D (m)	a (m)	b (m)	c (m)
0.1	0,8	0.15	0.1
0.15	1	0.15	0.1

Sumber: Hasil Perhitungan

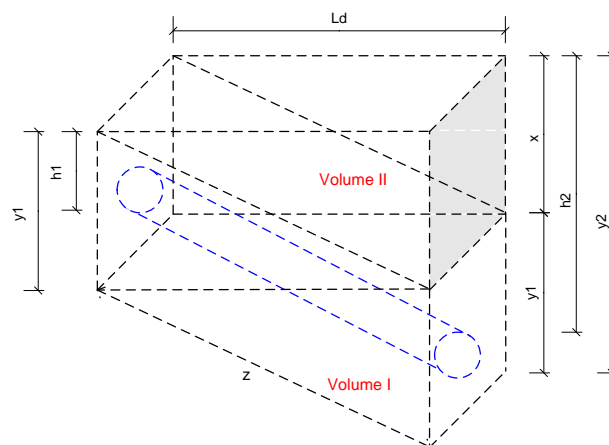
Tabel 4. 15 Dimensi Galian yang terpakai Jemurwonosari

Jalur Pipa	D (m)	a (m)	b (m)	c (m)
A1-A2	0,10	0,8	0,15	0,1
A2-B4	0,15	0,8	0,15	0,1
B1-B3	0,10	0,8	0,15	0,1

Jalur Pipa	D (m)	a (m)	b (m)	c (m)
B2-B3	0,10	0,8	0,15	0,1
B3-B4	0,10	0,8	0,15	0,1
B4-C3	0,15	0,8	0,15	0,1
C1-C2	0,10	0,8	0,15	0,1
C2-C3	0,10	0,8	0,15	0,1
C3-P	0,15	0,8	0,15	0,1
E1-E2	0,10	0,8	0,15	0,1
E2-D4	0,15	0,8	0,15	0,1
D1-D2	0,10	0,8	0,15	0,1
D2-D3	0,10	0,8	0,15	0,1
D3-D4	0,10	0,8	0,15	0,1
D4-P	0,15	0,8	0,15	0,1

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya menghitung volume galian pipa. Penanaman pipa menggunakan ilustrasi Gambar 4.12.



Gambar 4. 14 Ilustrasi Gambar Penanaman Pipa

Dari gambar bentuk galian yang direncanakan sepanjang pipa, dapat dihitung *Bill Of Quantity* (BOQ) untuk galian pipa adalah sebagai berikut :

- D = diameter pipa.
- h = kedalaman penanaman pipa.
- h<sub>1</sub> = kedalaman penanaman pipa awal.
- h<sub>2</sub> = kedalaman penanaman pipa akhir.
- y = kedalaman galian = h + D + c.
- y<sub>1</sub> = kedalaman galian awal.
- y<sub>2</sub> = kedalaman galian akhir.



$$x = y_2 - y_1$$

$$z = [(y^2) + (L \text{ pipa}^2)]^{1/2}$$

$$\text{Volume galian I} = [(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times L_d$$

$$\text{Volume galian II} = \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + D] \times X \times L_d$$

$$\text{Volume galian total} = \text{Volume galian I} + \text{Volume galian II}$$

$$\text{Volume pipa} = \frac{1}{4} \pi D^2 \times L_d$$

$$\text{Volume urugan pasir} = [D + (0,3 \times 2)] \times (b + D + c) \times L_d - \text{Volume pipa}$$

$$\text{Volume Sisa Tanah Galian} = \text{Volume galian total} - \text{Volume urugan pasir}$$

Contoh perhitungan BOQ penanaman pipa untuk pipa A1-A2

Diketahui

$$\text{Elevasi tanah pipa awal} = 7,47$$

$$\text{Elevasi tanah pipaakhir} = 7,05$$

$$D = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang saluran} = L_d = 49,73 \text{ m}$$

$$a = 0,8$$

$$b = 0,15$$

$$c = 0,1$$

$$h_1 = \text{kedalaman penanaman pipa awal} = 0,9 \text{ m}$$

$$h_2 = \text{kedalaman penanaman pipa akhir} = 1 \text{ m}$$

$$y_1 = \text{kedalaman galian awal} = 1,25 \text{ m}$$

$$y_2 = \text{kedalaman galian akhir} = 1,33 \text{ m}$$

$$x = y_2 - y_1 = 1,33 - 1,25 = 0,08 \text{ m}$$

$$z = [(y_1^2) + (L \text{ pipa}^2)]^{1/2}$$

$$= [(1,25^2) + (49,73^2)]^{1/2} = 50$$

Volume galian I

$$= [(0,3 \times 2) + D] \times y_1 \times L_d$$

$$= [(0,3 \times 2) + 0,1] \times 1,25 \times 49,73$$

$$= 43,739 \text{ m}^3$$

Volume galian II

$$= \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + D] \times X \times L_d$$

$$= \frac{1}{2} [(0,3 \times 2) + 0,1] \times 0,08 \times 49,73$$

$$= 1,349 \text{ m}^3$$

Volume galian total

$$= \text{Volume galian I} + \text{Volume galian II}$$

$$= 43,739 \text{ m}^3 + 1,349 \text{ m}^3 = 45,087 \text{ m}^3$$

Volume pipa =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times Ld$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,1^2 \times 49,73 = 0,403 \text{ m}^3$$

Volume urugan pasir

$$= [D + (0,3 \times 2)] \times (b + D + c) \times Ld - \text{Volume pipa}$$

$$= \{ [0,1 + (0,3 \times 2)] \times (0,15 + 0,1 + 0,2) \times 146,4 \} - 0,403$$

$$= 11,865 \text{ m}^3$$

Volume Sisa Tanah Galian

$$= \text{Volume galian total} - \text{Volume urugan pasir}$$

$$= 45,087 \text{ m}^3 - 11,865 \text{ m}^3 = 33,223 \text{ m}^3$$

Perhitungan bongkar paving dan volume galian pekerjaan SPAL dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4. 16 BOQ Bongkar Paving Jemurwonosari

Panjang Pipa (m)	Lebar Galian	Luas
49,73	0,702	34,891
20,73	0,752	15,598
24,66	0,702	17,302
16,51	0,702	11,583
17,33	0,702	12,159
34,71	0,752	26,115
18,28	0,702	12,826
25,02	0,702	17,550
67,21	0,752	50,569
8,64	0,702	6,0618
21,14	0,752	15,905
29,89	0,702	20,970
6,59	0,702	4,6235
12,78	0,702	8,9664
9,44	0,752	7,1026
<b>Total</b>		<b>262,226</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 17 Volume galian pipa

Jalur pipa	Panjang pipa (m)	D (m)	Kedalaman		Kedalaman Galian		X	Z	Volume galian (m <sup>3</sup> )		Volume galian total (m <sup>3</sup> )	Volume pipa (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume sisa tanah galian (m <sup>3</sup> )
			Awal h1 (m)	Akhir h2 (m)	Awal y1 (m)	Akhir y2 (m)			I	II				
A1-A2	49,73	0,10	0,9	1,0	1,25	1,33	0,08	50	43,74	1,349	45,087	0,403	11,865	33,223
A2-B4	20,73	0,15	1,0	0,8	1,43	1,24	-0,19	21	22,39	-1,503	20,887	0,378	5,898	14,989
B1-B3	24,66	0,10	0,9	1,2	1,25	1,60	0,35	25	21,71	2,998	24,709	0,200	5,883	18,825
B2-B3	16,51	0,10	0,9	1,0	1,25	1,34	0,09	17	14,56	0,493	15,051	0,134	3,939	11,112
B3-B4	17,33	0,10	1,2	1,9	1,60	2,26	0,66	17	19,53	4,032	23,567	0,140	4,135	19,432
B4-C3	34,71	0,15	2,0	2,0	2,36	2,37	0,01	35	61,90	0,093	61,992	0,633	9,876	52,116
C1-C2	18,28	0,10	0,9	1,6	1,25	2,00	0,74	18	16,11	4,763	20,874	0,148	4,361	16,512
C2-C3	25,02	0,10	1,6	1,4	2,00	1,76	-0,24	25	35,15	-2,105	33,044	0,203	5,969	27,075
C3-P	67,21	0,15	1,5	1,8	1,86	2,22	0,36	67	93,98	9,155	103,138	1,225	19,123	84,015
E1-E2	8,64	0,10	0,9	1,1	1,25	1,50	0,25	9	7,678	0,747	8,423	0,070	2,061	6,362
E2-D4	21,14	0,15	1,2	1,2	1,60	1,60	0,00	21	25,54	0,011	25,552	0,385	6,015	19,537
D1-D2	29,89	0,10	0,9	1,4	1,25	1,78	0,53	30	26,30	5,546	31,849	0,242	7,131	24,718
D2-D3	6,59	0,10	1,4	1,5	1,78	1,85	0,07	7	8,54	0,152	8,688	0,053	1,572	7,116
D3-D4	12,78	0,10	1,5	1,5	1,85	1,86	0,01	13	16,74	0,035	16,777	0,104	3,049	13,728
D4-P	9,44	0,15	1,6	1,8	1,96	2,22	0,26	10	14,20	0,932	15,131	0,172	2,686	12,445
<b>TOTAL</b>											<b>454,769</b>	<b>4,491</b>	<b>93,565</b>	<b>361,205</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

## BOQ Manhole

Manhole dihitung dari total jumlah manhole yang dibutuhkan pada sistem penyaluran air limbah Kelurahan Jemurwonosari.

Tinggi manhole = kedalaman akhir galian pipa (y2)

Lebar manhole = 0,9 (kedalaman manhole <0,8m)

Panjang = 1,2 (kedalaman manhole <0,8m)

Volume = MH x tinggi x panjang x lebar  
 $= 1 \times 1,33 \times 1,2 \times 0,9 = 1,44 \text{ m}^3$

Volume lantai = MH x tebal lantai x panjang x lebar  
 $= 1 \times 0,1 \times 1,2 \times 0,9 = 0,108 \text{ m}^3$

Volume Balok =  $0,15 \times 0,15 \times \text{tinggi} \times \text{jumlah balok}$   
 $= 0,15 \times 0,15 \times 1,33 \times 4 = 0,119 \text{ m}^3$

Tabel 4. 18 BOQ Manhole

Jalur	MH	Tinggi (m)	Lbr (m)	Pjg (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Tebal Lantai MH (m)	Vol. lantai (m <sup>3</sup> )	Luas m <sup>2</sup>	Balok (m <sup>3</sup> )	Dinding (m <sup>3</sup> )
A1-A2	1	1,33	0,9	1,2	1,44	0,1	0,108	1,08	0,119	2,874
A2-B4	1	1,24	0,9	1,2	1,34	0,1	0,108	1,08	0,112	2,677
B1-B3	1	1,60	0,9	1,2	1,73	0,1	0,108	1,08	0,144	3,455
B3-B4	1	2,26	0,9	1,2	2,44	0,1	0,108	1,08	0,204	4,888
B4-C3	1	2,37	0,9	1,2	2,56	0,1	0,108	1,08	0,213	5,123
C1-C2	1	2,00	0,9	1,2	2,16	0,1	0,108	1,08	0,179	4,311
C2-C3	1	1,76	0,9	1,2	1,90	0,1	0,108	1,08	0,158	3,793
C3-P	1	2,22	0,9	1,2	2,40	0,1	0,108	1,08	0,199	4,794
E1-E2	1	1,50	0,9	1,2	1,62	0,1	0,108	1,08	0,134	3,239
E2-D4	1	1,60	0,9	1,2	1,73	0,1	0,108	1,08	0,144	3,461
D1-D2	1	1,78	0,9	1,2	1,92	0,1	0,108	1,08	0,160	3,849
D2-D3	1	1,85	0,9	1,2	2,00	0,1	0,108	1,08	0,166	3,992
D3-D4	1	1,86	0,9	1,2	2,00	0,1	0,108	1,08	0,167	4,009
D4-P	1	2,22	0,9	1,2	2,40	0,1	0,108	1,08	0,199	4,794
<b>TOTAL</b>					<b>27,63</b>		<b>1,512</b>	<b>15,12</b>	<b>2,303</b>	<b>55,265</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.2.1.2 Rancangan Anggaran Biaya

Rancangan anggaran biaya untuk pengolahan air limbah domestik di RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo terdiri dari pekerjaan konstruksi sistem penyaluran air limbah dan pekerjaan konstruksi instalasi pengolahan air limbah. Analisis harga didapatkan dari HSPK Kota Surabaya 2015. Berikut hasil perhitungan rancangan anggaran biaya (RAB) pekerjaan prasarana sanitasi lingkungan permukiman untuk lokasi RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari.

##### Rancangan anggaran biaya konstruksi SPAL

Rancangan anggaran biaya konstruksi sistem penyaluran air limbah terdiri dari pekerjaan pemasangan pipa, pengadaan pipa dan aksesoris, dan pekerjaan pengadaan manhole. Pekerjaan pemasangan pipa didapat dari perkalian volume dengan harga satuan pokok kerja (HSPK) Kota Surabaya tahun 2015. Berikut merupakan rincian harga satuan yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemasangan pipa yang tertera pada Tabel 4.19 hingga Tabel 4.25.

Tabel 4. 19 Pembongkaran Paving Dipakai Kembali

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,04	99.000	3.960
2	Mandor	OH	0,02	120.000	2.400
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>6.360</b>

Tabel 4. 20 Galian Tanah Biasa

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,9	99.000	89.100
2	Mandor	OH	0,045	120.000	5.400
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>94.500</b>

Tabel 4. 21 Pembuangan tanah lebih dari 150 m

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,516	99.000	51.084
2	Mandor	OH	0,05	120.000	6.000
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>57.084</b>

Tabel 4. 22 Pemasangan Pipa Air Kotor PVC Ø 110mm

No.	Uraian Kegiatan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	Or Hr	0,081	99.000	8.019
2	Tukang	Or Hr	0,135	105.000	14.175
3	Kepala Tukang	Or Hr	0,0135	110.000	1.485
4	Mandor	Or Hr	0,0041	120.000	492
BAHAN					
1	Pipa dia.110 mm Uk. 4 inchi Pj 4 M	Batang	0,3	89.000	26.700
2	Pipa dia.110 mm Uk. 4 inchi Pj 4 M	Batang	0,105	89.000	9.345
<b>Harga Satuan Pekerjaan</b>					<b>60.216</b>

Tabel 4. 23 Pemasangan Pipa Air Kotor PVC Ø 160mm

No.	Uraian Kegiatan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
UPAH					
1	Pekerja	Or Hr	0,081	99.000	8.019
2	Tukang	Or Hr	0,135	105.000	14.175
3	Kepala Tukang	Or Hr	0,0135	110.000	1.485
4	Mandor	Or Hr	0,0041	120.000	492
BAHAN					
1	Pipa dia.160 mm Uk. 6 inchi Pj 4 M	Batang	0,2	166.900	33.380
2	Pipa dia.160 mm Uk. 6 inchi Pj 4 M	Batang	0,07	166.900	11.683
<b>Harga Satuan Pekerjaan 6 m</b>					<b>69.234</b>

Tabel 4. 24 Urugan Pasir Per M<sup>3</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
BAHAN					
1	Pasir Urug	m3	1,2	143.500	172.200

UPAH					
1	Pekerja	OH	0,3	99.000	29.700
2	Mandor	OH	0,01	120.000	1.200
Harga Satuan Pekerjaan					203.100

Tabel 4. 25 Urugan Tanah Dipadatkan Per M<sup>3</sup>

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan	Jumlah
UPAH					
1	Pekerja	OH	0,5	99.000	49.500
2	Mandor	OH	0,05	120.000	6.000
Harga Satuan Pekerjaan					<b>55.500</b>

Jumlah volume pekerjaan pemasangan pipa dapat dilihat pada Tabel 4.19 hingga Tabel 4.25. Jumlah volume yang didapat selanjutnya dikalikan dengan HSPK Kota Surabaya. Uraian pekerjaan pemasangan pipa dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Pekerjaan Pemasangan Pipa

No	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Bongkar Jalan Paving dipakai kembali	m <sup>2</sup>	262,23	6.360	1.667.760
2	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	454,77	94.500	42.975.714
3	Buangan tanah lebih 150 m	m <sup>3</sup>	98,06	57.084	5.589.165
4	Pengadaan dan pasang Pipa PVC D dia. 100 mm	m <sup>1</sup>	146,94	60.216	8.847.903
5	Pengadaan dan pasang Pipa PVC D dia. 150 mm	m <sup>1</sup>	115,29	69.234	7.982.005
6	Urugan pasir dasar pipa	m <sup>3</sup>	93,56	203.100	19.003.000
7	Urugan tanah dipadatkan	m <sup>3</sup>	361,20	55.500	20.046.862
<b>Sub total Pemasangan Pipa</b>					<b>106.112.409</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.26 Total pekerjaan pemasangan pipa penyaluran air limbah di Kelurahan Jemurwonosari sebesar Rp 106.112.409. Adapun biaya pengadaan pipa dan aksesoris dapat dilihat pada Tabel 4.27. Volume pipa PVC AW didapat dari panjang pipa yang dibutuhkan dibagi dengan 6m (panjang 1 pipa).

Tabel 4. 27 Pengadaan Pipa dan Aksesoris

No	Uraian	Satuan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pipa PVC AW 100mm	bh	35	73.896	2.586.360
2	Pipa PVC AW 150mm	bh	26	153.864	4.000.464
3	Bend PVC 45 ø 150 mm	bh	1	232.230	232.230
4	Bend PVC 22,5 ø 150 mm	bh	1	100.000	100.000
<b>Total pekerjaan pipa dan aksesois</b>					<b>6.919.054</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Total biaya pengadaan pipa dan aksesoris di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo sebesar Rp 6.919.054. Selanjutnya uraian pekerjaan pengadaan manhole dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Pengadaan Manhole

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembongkaran paving yang tidak digunakan kembali	m <sup>2</sup>	16,2	3.100	103.032
2	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	27,63	94.500	2.611.174
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m <sup>3</sup>	27,63	33.800	933.944
4	Urugan pasir	m <sup>3</sup>	1,51	203.100	307.087
5	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m <sup>3</sup>	1,51	141.000	341.653
6	Pasangan dinding bata merah	m <sup>3</sup>	60,42	141.000	8.519.457
7	Pelapisan Waterproofing	m <sup>2</sup>	60,42	59.800	3.613.216
8	Buangan tanah lebih dari 150m	m <sup>3</sup>	24,67	57.000	1.574.994
<b>Sub total pekerjaan manhole</b>					<b>18.004.558</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Total biaya pekerjaan manhole di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo sebesar Rp 18.004.558.

### Rancangan anggaran biaya konstruksi IPAL

Rancangan anggaran biaya konstruksi IPAL terdiri dari pekerjaan konstruksi sumur pengumpul dan pekerjaan konstruksi ABR. Uraian pekerjaan konstruksi dan sumur pengumpul serta unit ABR dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan Tabel 4.30



Tabel 4. 29 Pekerjaan Konstruksi Sumur Pengumpul

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	0,549	94.500	51.904
2	Beton Penutup	m <sup>3</sup>	0,169	1.088.536	183.957
3	Lantai Kerja	m <sup>3</sup>	0,042	1.088.536	45.989
4	Pembetonan dinding	m <sup>3</sup>	0,338	1.100.200	371.868
5	Urugan Pasir	m <sup>3</sup>	0,056	203.100	11.424
6	Pompa	bh	1	16.000.000	16.000.000
7	Bend PVC 90° 50mm	bh	2	232.230	464.460
8	Pipa Outlet 50 mm	bh	2	24.751	59.502
9	Tangga	kg	4	11.193	44.772
<b>Sub total pekerjaan konstruksi sumur pengumpul</b>					<b>18.523.061</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Tabel 4. 30 Pekerjaan Konstruksi *Anaerobic Baffled Reactor*

No	Uraian	Stn.	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pembongkaran paving yang tidak digunakan kembali	m <sup>2</sup>	32,20	3.100	178.080,00
2	Galian tanah biasa	m <sup>3</sup>	75,44	94.500	5.424.300,00
3	Pengangkutan tanah dari lubang galian dalamnya lebih dari 1 m	m <sup>3</sup>	75,44	33.800	1.940.120,00
4	Urugan pasir	m <sup>3</sup>	4,83	203.100	853.020,00
5	lantai kerja	m <sup>3</sup>	4,83	983.200	4.129.440,00
6	Pekerjaan kolom beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m <sup>3</sup>	0,06	6.004.779	364.790,32
7	Pekerjaan dinding beton bertulang (150Kg besi+bekisting)	m <sup>3</sup>	15,12	6.395.469	96.699.491,28
8	Pekerjaan plat beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m <sup>3</sup>	4,83	3.057.799	12.842.755,80
9	Pekerjaan plat penutup beton (1 pc:2Ps:3Kr)	m <sup>3</sup>	4,83	3.057.799	12.842.755,80
10	Pelapisan Waterproofing	m <sup>2</sup>	19,95	59.800	1.155.336,00
11	Pengurugan tanah dengan pemadatan	m <sup>3</sup>	9,80	55.500	543.900,00
<b>Sub total pekerjaan konstruksi anaerobic baffled reactor</b>					<b>143.472.360,94</b>

Sumber:Hasil perhitungan

Total biaya untuk pembangunan pengolahan air limbah dengan sistem komunal di Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Rencana Investasi Pengelolaan Air Limbah Domestik

NO	URAIAN PEKERJAAN	HARGA (Rp)
A	Pekerjaan pemasangan pipa	106.112.408,96
B	Pengadaan dan pemasangan pipa dan accessories	6.919.054,00
C	Pengadaan dan pemasangan manhole	18.004.557,92
D	Pekerjaan konstruksi <i>anaerobic baffled reactor</i>	143.472.360,94
E	Pekerjaan Konstruksi Sumur Pengumpul	18.523.061,00
Jumlah		292.845.508,78
PPN 10%		29.284.550,87
Jumlah Total		322.130.059,65
Dibulatkan		<b>322.130.000,00</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.31 diketahui bahwa kebutuhan investasi untuk pembangunan IPAL beserta jaringannya di RT7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya mencapai Rp. 322.130.000,00.

#### 4.2.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan Limbah Domestik

Dalam pemenuhan biaya operasional dan pemeliharaan haruslah dilakukan sendiri oleh masyarakat yang terlayani oleh IPAL secara desentralisaasi. Hal tersebut dimaksudkan agar masyarakat bertanggung jawab terhadap pengolahan air limbah mereka. Perencanaan biaya pemeliharaan ini dilakukan tiap tahun. Biaya operasional dan pemeliharaan terdiri dari pemeliharaan tangki IPAL dan pemeliharaan sistem penyaliran air limbah. Perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan direncanakan untuk tiap tahun. Pemeliharaan tangki ABR yaitu dengan melakukan pengurasan terhadap lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan. Biaya pengurasan sedot WC dipasaran berkisar antara Rp100.000 hingga 170.000 per meter kubik bergantung pada kondisi yang di kerjakan, volume, servis bongkar dan mampet dan jarak selang panjangnya asumsi yang digunakan ialah Rp 100.000. Pemeliharaan jaringan pipa akan dilakukan

penggelontoran. Adapun Rincian mengenai pembiayaan operasional dan pemeliharaan IPAL dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4. 32 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

No	URAIAN PEKERJAAN	KETERANGAN	JUMLAH HARGA	HARGA / BULAN
			(Rp)	(Rp)
A	Honor Operator dan Penjaga	4x/bulan @50.000/inspeksi x 1 orang	200.000,00	200.000,00
B	Listrik	0,25 Kw (pompa submersible air kotor) x Rp 1300 / kwh x 10 jam/hari	117.000,00	117.000,00
C	Pemeliharaan Pengurasan bak ABR	45,22 m <sup>3</sup> /2tahun x Rp100.000	4.522.000,00	188.416,67
D	Penggelontoran	Sewa truk tangki /tahun	400.000,00	33.333,33
<b>Jumlah</b>				<b>499.750</b>

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis biaya operasional dan pemeliharaan untuk pengolahan air limbah dengan sistem komunal, didapatkan biaya yang harus dikeluarkan setiap bulan adalah Rp 499.750. Sesuai dengan Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 47 tahun 2015, bahwa pengoperasian dan pemeliharaan IPAL komunal akan ditanggung oleh masyarakat, sehingga pembiayaan tersebut akan ditanggung oleh masyarakat. Berdasarkan hasil wawancara dengan Ketua RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari warga siap menanggung biaya opsional dan pemeliharaan dengan melakukan iuran antara Rp 5000 hingga Rp 10.000. Berdasarkan hasil perhitungan biaya operasional dan pemeliharaan per bulan, iuran per KK per bulan sebesar Rp 9.995 dibulatkan menjadi Rp10.000

#### 4.2.3 Analisis Manfaat Biaya

Dalam melakukan analisis manfaat biaya dari suatu alternatif proyek diperlukan apasaja manfaat yang didapat dalam proyek tersebut serta apa saja ongkos yang harus ditanggung. Benefit atau manfaat adalah semua manfaat positif yang akan dirasakan oleh masyarakat umum dengan terlaksananya suatu proyek.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari pembangunan IPAL komunal ialah terhindar dari penyakit diare. Menurut Handayani (2012), rata-rata total biaya untuk penyakit diare yang terdiri dari pengobatan, rawat inap, biaya lab dan biaya dokter sebesar Rp 610.445,00 per orang. Menurut data dari Dinas Kesehatan Kota Surabaya tahun 2015 Kelurahan Jemurwonosari memiliki jumlah penderita BABS rata-rata ada 11 orang disetiap RT. Selain itu apabila masyarakat membangun IPAL komunal akan lebih mudah perawatannya dibandingkan dengan pengurasan tangki septik. Rata-rata biaya untuk pengurasan tangki septik pertahun ialah Rp 450.000 per 3 tahun. Sehingga apabila terwujudnya pembangunan IPAL komunal akan mengurangi penyakit diare yang disebabkan oleh tercemarnya lingkungan akibat buang air besar sembarangan.

Ongkos yang harus dikeluarkan dalam proyek ini adalah ongkos konstruksi dan ongkos perawatan. Perhitungan manfaat ini menggunakan tingkat bunga 10% umur proyek diperkirakan hingga 10 tahun. Adapun rincian biaya manfaat yang didapat dan biaya ongkos yang dikeluarkan ialah

Biaya manfaat:

1. Terhindar dari diare (biaya pengobatan x jumlah orang terkena diare tiap tahun) = Rp 6.710.000 /tahun
2. Pengurasan lumpur di tangki septik (Rp 450.000/3 tahun x 50 rumah) = Rp 7.500.000 /tahun

Biaya ongkos:

1. Biaya operasional per bulan = Rp 5.200.000 /tahun
2. Biaya investasi IPAL = Rp 322.130.000

Selanjutnya akan menghitung kelayakan dari proyek pembangunan IPAL berdasarkan kriteria *net present value* (NPV) dan *benefit cost ratio* (BCR). NPV adalah kriteria investasi yang banyak digunakan dalam mengukur apakah suatu proyek feasible atau tidak. Untuk menghitung NPV pada sebuah proyek diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, operasi, pemeliharaan dan perkiraan benefit dari proyek yang direncanakan. Begitu pula dengan BCR digunakan untuk menentukan apakah proyek yang direncanakan dapat dilaksanakan atau tidak. Untuk mengetahui kelayakan proyek pembangunan IPAL komunal dihitung dengan metode NPV dan BCR.

## 1. NPV

Diketahui

Umur proyek dapat berjalan hingga 10 tahun

Nilai diskrit didapat dari  $(P/A, 10\%, n)$

$A$  = biaya manfaat tiap tahun

$n$  = tahun

Tabel 4. 33 Perhitungan NPV

Thn	Cost (Rp)	Benefit (Rp)	Aliran kas	Nilai diskrit (10%)	Present value (10%)
1	Rp 322.130.000	-	-Rp322.130.000	0,9091	(Rp292.848.383)
2	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	1,7355	Rp15.636.855
3	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	2,4869	Rp22.406.969
4	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	3,1699	Rp28.560.799
5	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	3,7908	Rp34.155.108
6	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	4,3553	Rp39.241.253
7	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	4,8684	Rp43.864.284
8	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	5,3349	Rp48.067.449
9	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	5,759	Rp51.888.590
10	Rp 5.200.000	Rp 14.210.000	Rp 9.010.000	6,1446	Rp55.362.846
Total	NPV				Rp46.335.770

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil dari tabel 4.33 didapatkan nilai NPV lebih dari 1 maka proyek tersebut dapat dilaksanakan

## 2. BCR

Berdasarkan kriteria BCR (perbandingan present value + dgn present value -) maka hasilnya:

$PV+ = \text{Rp } 339.184.183$

$PV- = \text{Rp } 292.848.383$

Sehingga Net BCR =  $(339.184.183 / 292.848.383) = 1,15$  Artinya, dari setiap satu satuan biaya yg dikeluarkan proyek mampu menghasilkan manfaat bersih sebesar 1,15. Nilai BCR yang didapat sebesar 1,15 ( $>1$ ) maka proyek ini layak untuk dilaksanakan.

#### 4.2.4 Sumber Pembiayaan

Adapun dana yang dapat diambil dari berbagai sumber untuk pembangunan IPAL komunal Surabaya yaitu:

1. Dana APBN

Dana APBN dialokasikan melalui Satker Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat digunakan untuk sosialisasi, pelatihan (tenaga fasilitator lingkungan) TFL, pelaporan serta monitoring dan evaluasi.

2. Dana DAK

Dana DAK dipergunakan untuk pembangunan prasarana fisik dan gaji TFL. Gaji dan Operasional TFL serta Petugas e-Monitoring dialokasikan sebanyak 5 % dari total Pagu DAK Sub Bidang Sanitasi Kabupaten/ Kota.

3. Dana APBD

Dipergunakan untuk operasional dan pengendalian pelaksanaan tahapan kegiatan oleh unit pengelola DAK dan kegiatan sosialisasi sub bidang sanitasi.

4. Dana Masyarakat

- a. Dana masyarakat (*in-cash* dan/atau *in-kind*) dikumpulkan berdasarkan kesepakatan hasil musyawarah dan kesepakatan masyarakat calon pengguna/penerima manfaat program;
- b. Pengumpulan dana masyarakat dilakukan oleh KSM;
- c. Dana dari masyarakat dalam bentuk tunai dimasukkan ke rekening bersama atas nama 3 (tiga) orang yaitu : Ketua KSM, Bendahara KSM dan 1 (satu) orang wakil dari penerima manfaat yang terpilih melalui rembug warga.

5. Dana Swasta/Donor (apabila ada)

- a. Dana swasta/donor adalah dalam bentuk hibah sebagai bentuk kontribusi swasta dalam kegiatan perbaikan sanitasi masyarakat,
- b. Pencairan dana dilakukan sesuai peraturan yang berlaku di masing-masing perusahaan/lembaga atau institusi yang bersangkutan setelah ada rencana kerja masyarakat/RKM;

- c. Dana dari Swasta/Donor diwujudkan dalam bentuk tunai yang ditransfer langsung ke rekening. KSM.

6. Dana LSM (apabila ada)

Dukungan dari LSM biasanya berbentuk keahlian (*expertise*) sebagai bentuk kontribusi mereka terhadap kegiatan perbaikan sanitasi masyarakat.

Mengingat besarnya modal yang dibutuhkan untuk membangun IPAL, maka dibutuhkan kerjasama antara pemerintah dengan masyarakat maupun dengan pihak swasta yang akan membantu pengolahan air limbah di Kota Surabaya. Hingga saat ini Pemerintah Kota Surabaya belum merencanakan anggaran untuk pembangunan IPAL pemukiman. Adapun dana untuk pembangunan IPAL Komunal adalah bantuan dari Dana Alokasi Khusus (DAK). Dana Alokasi Khusus Bidang Infrastruktur yang selanjutnya disebut DAK Bidang Infrastruktur, adalah dana yang bersumber dari APBN yang dialokasikan kepada Daerah tertentu dengan tujuan untuk membantu mendanai kegiatan khusus yang merupakan urusan daerah dan sesuai dengan prioritas nasional khususnya untuk membiayai kebutuhan prasarana dan sarana Bidang Infrastruktur masyarakat yang belum mencapai Standar Pelayanan Minimal atau untuk mendorong percepatan pembangunan daerah (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

Saat ini prioritas utama dana untuk pembangunan IPAL komunal berasal dari dana alokasi khusus (DAK) dari pemerintah pusat. Adapun macam pendanaan dari pemerintah pusat. Dana alokasi khusus dari pemerintah pusat berasal dari kementerian keuangan yang disalurkan kepada kementerian pekerjaan umum, kementerian lingkungan hidup, kementerian perumahan rakyat.

1. Kementerian Pekerjaan Umum

a. DAK bidang Sanitasi

Program prioritas utama adalah pengembangan prasarana sarana air limbah komunal dengan berbagai alternatif kegiatan yaitu

Modul A: tangki septik komunal untuk 4-5 KK

Modul B: MCK ++ untuk 50-100KK

Modul C: sistem jaringan perpupaan untuk 50-100KK, modul ini merupakan modul yang paling disarankan sepanjang kondisi lapangan memenuhi persyaratan.

Kriteria DAK sanitasi diberikan kepada kawasan rawan sanitasi. Mekanisme akses akan dilakukan *shortlist* dikawasan rawan sanitasi. Besaran dana yang diberikan sesuai dengan kegiatan prioritas pembangunan yang dilaksanakan, yaitu berkisar antara Rp 300.000.000,- sampai dengan Rp 350.000.000,- (tiga ratus juta rupiah sampai dengan tiga ratus lima puluh juta rupiah) per lokasi untuk 50 – 100 KK.

b. Hibah Luar Negeri

Sanitation Australian Indonesian Infrastructure Grant (SAIIG)

Program untuk air limbah adalah pembangunan sistem pengolahan air limbah terpusat skala lingkungan untuk 200 KK – 400 KK, dan pembangunan jaringan air limbah terpusat skala lingkungan untuk minimal 50 KK yang akan dihubungkan dengan sistem air limbah terpusat yang sudah ada (skala kota). Mekanisme akses pengajuan dana yaitu pemerintah kabupaten/kota menyiapkan surat yang menyatakan kesediaan mengikuti program. Besaran dana yang dianggarkan ialah Rp 4.000.000,-/SR untuk sistem pengolahan air limbah terpusat skala lingkungan dan Rp 3.000.000,-/SR untuk sistem jaringan air limbah terpusat skala lingkungan yang akan dihubungkan dengan sistem air limbah terpusat yang sudah ada.

AUSAID

Program kegiatan adalah untuk pembangunan atau perluasan sistem pengelolaan air limbah terpusat sampai dengan terbangunnya Sambungan Rumah (SR). Mekanisme akses yaitu pemerintah kabupaten/kota menyiapkan surat yang menyatakan kesediaan mengikuti program. Besaran dana dari USAID adalah Rp 5.000.000,-/Sambungan Rumah, maksimal sebesar dana APBD yang telah dikeluarkan untuk kegiatan ini, dan untuk pembangunan rumah baru yang dibangun dan berfungsi dengan baik yaitu sejak tercatat sebagai



sambungan pelanggan baru dan telah melakukan pembayaran selama 2 (dua) bulan rekening.

## 2. Kementerian Lingkungan Hidup

Program kegiatan dari Kementerian Lingkungan Hidup untuk air limbah adalah penyediaan instalasi pengolahan air limbah komunal (IPAL komunal).

Mekanisme akses DAK bidang Lingkungan Hidup bersifat *top down*, dimana Kabupaten/kota penerima dana DAK ditentukan oleh pusat. Sehingga dana akan ditentukan oleh Kementerian Keuangan.

## 3. Kementerian Perumahan Rakyat

Program kegiatan untuk air limbah berupa tangki septik komunal atau instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Kriteria teknis yang perlu dipenuhi adalah kesiapan lokasi perumahan pada kabupaten/kota berdasarkan legalitas RTRW. Mekanisme akses pengajuan pendanaan ialah

- Pengajuan usulan/permohonan oleh Pemerintah Kabupaten/kota kepada Gubernur, dengan tembusan kepada Deputy Bidang Pengembangan Kawasan Kementerian Perumahan dengan melampirkan isian kuesioner masing-masing sesuai dengan lokasi yang diusulkan;
- Surat usulan selambat-lambatnya sudah diterima oleh Kementerian Perumahan Rakyat pada bulan Januari tahun sebelumnya (Tahun-1);
- Verifikasi lokasi oleh Tim Kemenpera.

Sehingga sumber dana yang memungkinkan untuk membangun IPAL secara desentralisasi di RT 7 RW 2 Jemursari dapat diajukan pada program DAK.

### 4.2.5 Rencana Investasi IPAL

Mengingat besarnya modal awal yang dibutuhkan untuk pembangunan instalasi pengolahan air limbah domestik, maka dalam proses pembangunan tidak dapat dilaksanakan sendiri oleh masyarakat setempat, melainkan harus didukung oleh pemerintah. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan

Rakyat (2015), besaran dana yang diberikan sesuai dengan kegiatan prioritas pembangunan yang dilaksanakan, yaitu berkisar antara Rp 300.000.000,- sampai dengan Rp 350.000.000,- (tiga ratus juta rupiah sampai dengan tiga ratus lima puluh juta rupiah) per lokasi untuk 50 – 100 KK. Dana yang dibutuhkan dalam pembangunan pengolahan air limbah domestik sebesar Rp 322.130.000 sehingga dana yang di berikan diasumsikan sebesar 100% sehingga pola pendanaan untuk pembangunan IPAL berasal dari pemerintah. Namun masyarakat tetap harus berpartisipasi dalam pembangunan IPAL dengan memasang sambungan sistempenyaluran air limbah dari rumah ke pipa servis. Pembiayaan pembangunan dari DAK tidak dapat dilakukan dilokasi yang masih sulit dalam perijinan, dalam hal ini yang dimaksud adalah pada jalan pemerintah kota dan PJKA. Untuk itu perencanaan pembiayaan hanya dilakukan pada lokasi IPAL di jalan lingkungan atau pengairan. Lokasi dengan lahan yang membutuhkan ijin Pembangunan dari dana pemerintah dan swadaya masyarakat direncanakan hingga tahun 2018 untuk mencapai target pembangunan sanitasi layak ditahun 2019. Porsi pendanaan dari pemerintah untuk tiap kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4. 34 Porsi Pendanaan IPAL oleh Pemerintah, Swadaya dan Swasta per Kecamatan

No	Kecamatan	Jumlah KK	Jumlah IPAL	Biaya Pembuatan IPAL	Sumber Pendanaan
Pemerintah					
1	Sawahan	142	2	Rp 642.984.000	Rp 642.984.000
2	Putat Jaya	45	1	Rp 321.492.000	Rp 321.492.000
3	Wonocolo	50	1	Rp 321.492.000	Rp 321.492.000
4	Gunung Anyar	120	1	Rp 321.492.000	Rp 321.492.000
5	Tambaksari	142	3	Rp 964.476.000	Rp 964.476.000
6	Gubeng	192	2	Rp 642.984.000	Rp 642.984.000
7	Asemrowo	874	8	Rp 2.571.936.000	Rp 2.571.936.000
8	Sukomanunggal	166	3	Rp 964.476.000	Rp 964.476.000
9	Krembangan	217	4	Rp 1.285.968.000	Rp 1.285.968.000
Total		1948	25	Rp 8.037.300.000	Rp 8.037.300.000
Swadaya/swasta					
1	Wonokromo	73	1	Rp 321.492.000	Rp 321.492.000
2	Sukomanunggal	312	5	Rp 1.607.460.000	Rp 1.607.460.000

N o	Kecamatan	Jumlah KK	Jumlah IPAL	Biaya Pembuatan IPAL	Sumber Pendanaan
3	Krembangan	52	1	Rp 321.492.000	Rp 321.492.000
4	Semampir	275	4	Rp 1.285.968.000	Rp 1.285.968.000
5	Simokerto	315	6	Rp 1.928.952.000	Rp 1.928.952.000
Total		1027	17	Rp 5.465.364.000	Rp 5.465.364.000

Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.34 jumlah biaya pembuatan IPAL dari dana bantuan DAK untuk 25 lokasi sebesar Rp 8.037.300.000 dan dana swadaya/swasta sebesar Rp 5.465.364.000, sehingga total pembiayaan untuk pembangunan IPAL komunal di daerah BABS sebesar Rp 13.529.244.000. Perencanaan tahap pembangunan dilakukan hingga tahun 2018 hal tersebut bertujuan agar pada tahun 2019 pembangunan IPAL komunal telah terlaksana sehingga Kota Surabaya dapat terbebas dari buang air besar sembarangan.

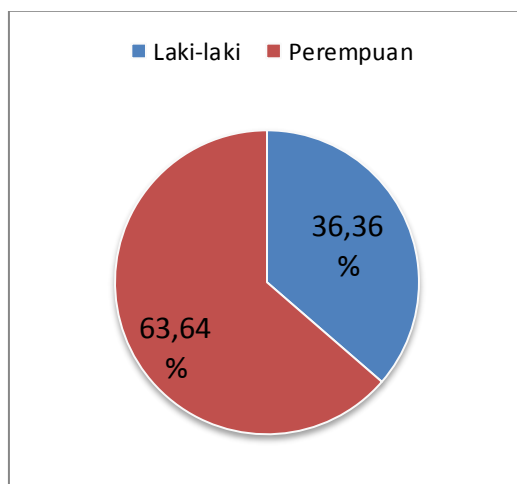
#### 4.3 Aspek Peran Serta Masyarakat

Aspek peran serta masyarakat meninjau mengenai tingkat kesadaran masyarakat dalam mengelola limbah domestik dengan menggunakan sistem desentralisasi (komunal), ketersediaan masyarakat dalam pengoperasian dan kemampuan membayar retribusi. Dalam memberikan kesempatan kepada masyarakat terhadap kepemilikan akses sanitasi perlu dilakukan pelibatan dari masyarakat itu sendiri. Masyarakat Kecamatan Wonocolo terutama yang belum memiliki akses sanitasi layak diharapkan memiliki kebijakan sendiri terhadap pengoperasian dan pemanfaatan hasil pengolahan air limbah yang direncanakan. Dalam mengetahui aspek peran serta masyarakat maka diperlukan data mengenai identitas responden, pengetahuan masyarakat mengenai pengolahan limbah domestik, perilaku mengenai buang air besar masyarakat, dan kemauan dalam mengelola air limbah.

##### 4.3.1 Identitas Responden

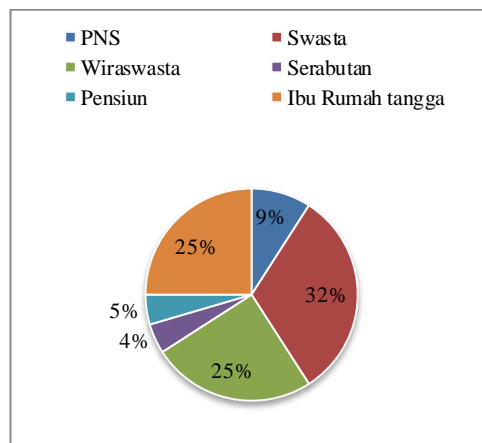
Dalam melakukan survei peran serta masyarakat akan perlu diketahui mengenai identitas responden. Survei mengenai identitas responden akan

diketahui mengenai jenis kelamin, pekerjaan, jumlah keluarga dan penghasilan per bulan. Tujuan survei tersebut adalah untuk mengetahui kondisi keuangan warga. Hasil survei mengenai identitas responden menjelaskan bahwa sebesar 63,64% (28 orang) responden adalah perempuan dan 36,36% (16 orang) responden adalah laki-laki. Diagram mengenai persentase jenis kelamin responden dapat dilihat pada Gambar 4.15.

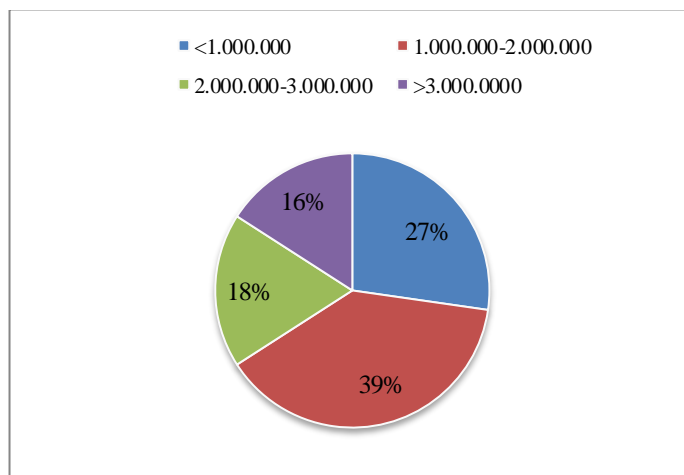


Gambar 4. 15 Persentase jenis kelamin responden di Kelurahan Jemurwonosari

Jenis pekerjaan dari tiap responden terbagi menjadi enam kelompok. Adapun besar prosentase masing-masing pekerjaan yaitu pegawai negeri sipil sebesar 9%, swasta 32%, wiraswasta 25%, serabutan 4%, pensiunan 5%, dan rumah tangga 25%. Dari hasil survei penghasilan yang didapatkan oleh warga Jemurwonosari RT7 RW 2 untuk kurang dari Rp 1.000.000 sebesar 27,27%, Rp 1.000.000-Rp 2.000.000 sebesar 38,64%, Rp 2.000.000-Rp 3.000.000 sebesar 18,18%, lebih dari Rp 3.000.000 sebesar 15,91%. Diagram mengenai persentase jenis pekerjaan dan pendapatan yang diterima tiap bulan dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.



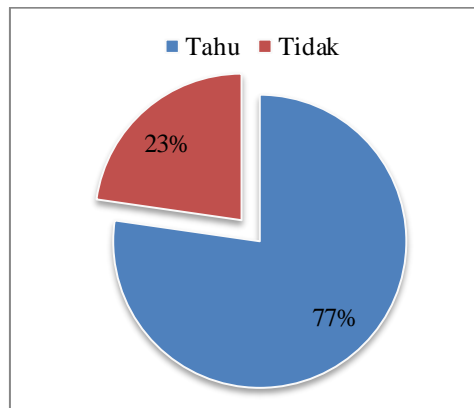
Gambar 4. 16 Persentase jenis pekerjaan responden di Kelurahan Jemurwonosari



Gambar 4. 17 Persentase penghasilan perbulan responden di Kelurahan Jemurwonosari

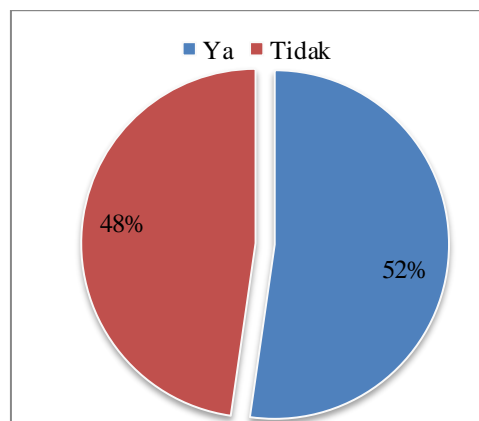
#### 4.3.2 Pengetahuan pengolahan air limbah domestik

Survei mengenai pengetahuan terhadap pengolahan air limbah domestik ini untuk mendapatkan pendapat masyarakat tentang buang air besar sembarangan. Hasil kuesioner terhadap pengetahuan masyarakat mengenai dampak buruk dari buang air besar sembarangan sebesar 77,7%. Masyarakat tersebut beranggapan bahwa air limbah domestik yang tidak diolah akan menimbulkan kerusakan pada lingkungan, bau dan jorok serta penyebab dari suatu penyakit. Diagram persentase mengenai pengetahuan warga terhadap dampak buang air besar sembarangan dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4. 18 Persentase pengetahuan dampak BABS di Kelurahan Jemurwonosari

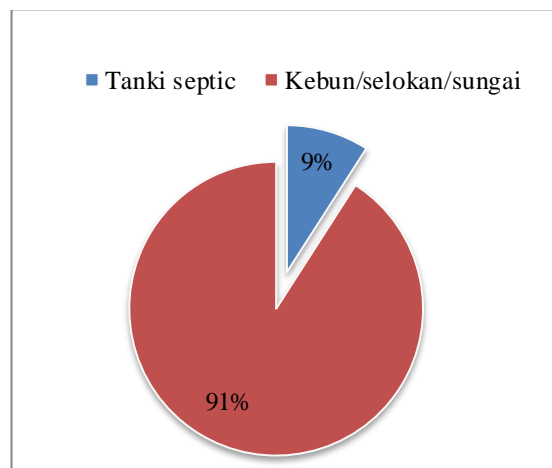
Selain survei mengenai pengetahuan terhadap pengolahan dampak mengenai sanitasi, dilakukan survei pula mengenai pengetahuan terhadap pengolahan air limbah secara komunal. Hasil survei menunjukkan bahwa sebesar 52,27% , sedangkan 47,78% tidak mengetahui IPAL komunal. Korelasi antara pengetahuan mengenai dampak BABS dan pengetahuan mengenai IPAL adalah untuk mengetahui ketertarikan warga dalam melakukan pengolahan limbah domestik mereka dan dikelola secara komunal. Diagram pengetahuan mengenai IPAL komunal dpat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4. 19 Persentase pengetahuan mengenai IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

### 4.3.3 Perilaku Sanitasi

Survei mengenai perilaku sanitasi akan mendapatkan hasil mengenai kepemilikan jamban, kemana pembuangan tinja berakhir, dan kemauan dalam merubah kebiasaan BABS. Persentase mengenai kepemilikan jamban saat ini adalah 100% memiliki jamban. Artinya warga telah memiliki sarana sanitasi untuk buang air besar. Namun kepemilikan jamban tidak disertai dengan kepemilikan tangki septik untuk mengelola limbah domestik. Kondisi saat ini pembuangan akhir tinja dari jamban warga dapat dilihat pada Gambar 4.20.

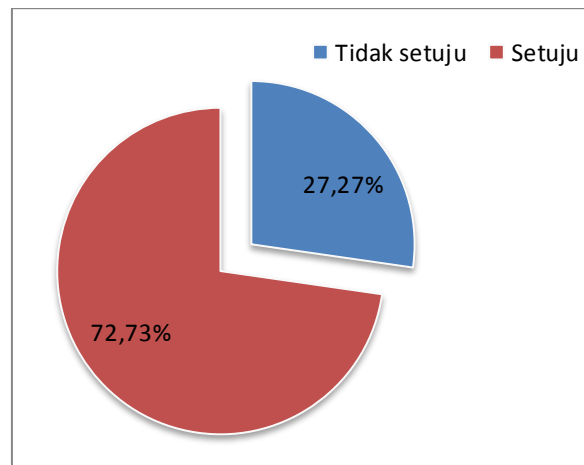


Gambar 4. 20 Persentase kepemilikan jamban dan saluran akhir pembuangan tinja di Kelurahan Jemurwonosari

Kepemilikan jamban oleh warga tidak berarti pula terdapat pengolahan air limbah. Dilihat dari hasil survei hanya 9,01% yang memiliki tangki septik sehingga sebanyak 90,9% tidak memiliki tangki septik sebagai pengolah limbah mereka. Berbagai alasan warga tidak memiliki tangki septik untuk pengolahan limbah domestik mereka, diantaranya tidak adanya biaya untuk pembangunan pengolahan tinja dan belum jadi prioritas pembangunan karena tidak memikirkan hal tersebut. Namun kondisi pembuangan akhir tinja disungai menyebabkan warga merasa tidak nyaman karena dampak yang ditimbulkan sehingga ada kemauan dari warga untuk merubah sistem pengolahan air limbah domestik warga.

#### 4.3.4 Kemauan mengolah air limbah domestik

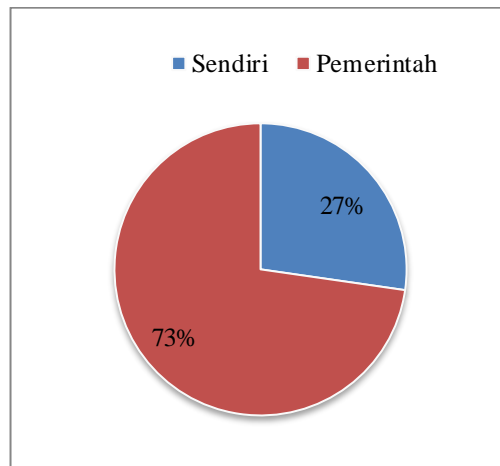
Tidak adanya pengolahan terhadap limbah domestik warga mengarahkan untuk pembangunan pengolahan IPAL komunal di area tersebut. Salah satu cara pengelolaan air limbah domestik adalah dengan sistem komunal. Menurut Kementrian pekerjaan umum (2015), pengelolaan IPAL dengan sistem komunal adalah berbasis masyarakat, yang mana pengembangan mengenai pengolahan dan pengelolaan limbah domestik membutuhkan kerjasama dan ide dari masyarakat sendiri. Sistem komunal berbasis masyarakat akan menekankan masyarakat untuk lebih bertanggungjawab terhadap pengolahan limbah domestik mereka. Untuk itu dalam pengelolaan limbah domestik secara komunal perlu diketahui kemauan masyarakat membangun IPAL komunal. Hasil survei menjelaskan bahwa sebesar 72,73% warga mau untuk membangun IPAL komunal. Gambar persentase kemauan pembagunan secara komunal dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Persentase kesediaan warga dalam pembangunan IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

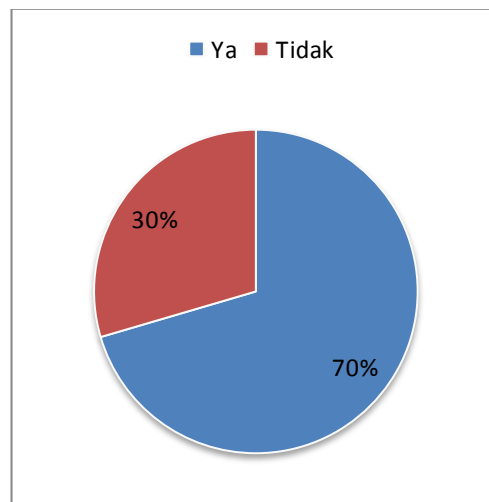
Dalam pembangunan IPAL komunal besar persentase pembiayaan yang diinginkan oleh warga berasal dari masyarakat sebesar 27,27%, untuk responden lain menginginkan bantuan dana pembangunan berasal dari pemerintah. Grafik sumberdana yang diinginkan dari warga RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari dapat dilihat pada Gambar 4.22.





Gambar 4. 22 Persentase sumber dana yang diharapkan warga dalam pembangunan IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

IPAL komunal berbasis masyarakat dibutuhkan pula kemauan warga untuk menjaga dan memelihara IPAL komunal tersebut. Adapun hasil persentase kemauan warga untuk bertanggungjawab terhadap pemeliharaan IPAL sebesar 70,45% (31 responden) menyatakan bersedia untuk mengelola dan memelihara IPAL komunal. Grafik persentase kemauan warga dalam mengelola IPAL komunal dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Persentase kesediaan mengelola IPAL komunal di Kelurahan Jemurwonosari

Banyaknya pembuangan tinja keselokan diakibatkan oleh tidak adanya biaya untuk membangun pengolahan air limbah dan masih nyaman dengan keadaan tanpa pengolah limbah dari kamar mandi. Meskipun belum merasakan dampak pencemaran dari limbah domestik, terdapat keinginan dari warga untuk mengelolah limbah domestik tersebut. Dalam proses pengolahan air limbah komunal, masyarakat perlu dilibatkan dalam segala tahapan mulai dari pengenalan program, usulan kegiatan, tahap perencanaan bersama tim ahli, tahap pembangunan dan tahap operasional serta tahap pemeliharaan.

#### **4.4 Aspek Kelembagaan**

Dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL demi terciptanya kesinambungan sarana yang ada maka perlu dibentuk organisasi sebagai peran serta masyarakat. Anggota dari organisasi ini harus beranggotakan masyarakat pengguna sarana sanitasi yang ingin dibangun (warga setempat). Mereka adalah orang-orang yang punya andil untuk mengawal proses pembangunan sarana IPAL komunal mulai dari proses penyusunan ide hingga proses konstruksi dan implementasinya. Organisasi, yang selanjutnya disebut Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP) secara tugas pokok menurut Kementerian Pekerjaan Umum 2013 adalah:

1. Menyusun rencana kerja, mekanisme operasional dan pemeliharaan SPAL dan IPAL komunal
2. Mengumpulkan dan mengelola dana untuk biaya operasional dan pemeliharaan yang diperoleh dari iuran anggota dan pihak-pihak lain
3. Mengoperasikan dan memelihara SPAL dan IPAL komunal
4. Meningkatkan mutu pelayanan dan jumlah pengguna/pemanfaat
5. Melakukan kampanye kesehatan

Secara umum, aspek yang perlu diperhatikan dalam menjaga kesinambungan teknologi sanitasi yang ada di masyarakat adalah pengelolaan prasarana dan sarana, penyuluhan, pedoman pemeliharaan, pendanaan, dan dukungan dari pemerintah kota. Untuk itu diperlukan sebuah lembaga pengelola IPAL komunal. Proses pembentukan kelembagaan berbasis masyarakat dapat

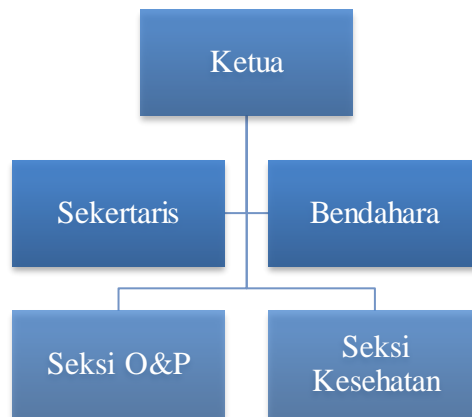
dibentuk oleh masyarakat itu sendiri dibawa yayasan melalui kepemimpinan tingkat RT/RW, berdasarkan kesepakatan yang dibentuk lewat rembuk warga.

#### **4.4.1 Rencana Struktur Organisasi**

Proses pembentukan kelembagaan dilakukan pada saat awal perencanaan atau pelaksanaan yaitu pada usulan kegiatan diterima oleh instansi terkait guna dilaksanakan progres fisiknya. Panitia yang ada adalah perwakilan dari warga yang bertanggungjawab atas pengelolaan dana masyarakat yang terkumpul melalui proses swadaya masyarakat maupun dari pihak pendonor yang telah membantu sampai dengan selesai proses pembangunan. Panitia akan berperan dalam mediator antara pemerintah dan masyarakat, pihak swasta dengan masyarakat dengan melalui proses koordinasi yang baik.

Pada tahap perencanaan salah satu upaya merencanakan keberlanjutan pengelolaan IPAL komunal adalah dengan menguraikan kesiapan warga untuk dapat memanfaatkan serta memelihara sarana terbangun di dalam RKM. Oleh karena itu perlu dibentuk sebuah wadah/organisasi yang akan bertanggungjawab dalam kegiatan pemeliharaan dan pengoperasian sarana (pengelolaan sarana). Organisasi tersebut adalah Kelompok Pengguna dan Pemelihara (KPP) sarana sanitasi.

KPP dalam tata kepengelolaan sarana perlu menyusun tata cara, yang akan menjadi acuan dalam melakukan kegiatannya. Selain tata cara untuk operasional kegiatan, juga diperlukan peraturan untuk organisasi KPP itu sendiri. Tata cara ini disusun oleh pengurus KPP bersama warga pemanfaat, dimusyawarahkan bersama dalam forum musyawarah/rembug warga, dan setelah dicapai mufakat disahkan oleh lurah. Adapun perencanaan bagian lembaga pengelola dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Rencana Bagan Organisasi

Tugas pokok masing-masing seksi, sebagai berikut :

1. Ketua:
  - a. Mengkoordinasikan perencanaan kegiatan pembangunan.
  - b. Memimpin pelaksanaan tugas panitia dan kegiatan rapat-rapat.
2. Sekretaris:
  - a. Membantu menyusun rencana kebutuhan dan melaksanakan kegiatan tata usaha dan dokumentasi;
  - b. Melaksanakan surat-menyurat;
  - c. Melaksanakan pelaporan kegiatan pembangunan secara bertahap.
3. Bendahara :
  - a. Merencanakan tentang besarnya iuran anggota
  - b. Mengumpulkan iuran anggota
  - c. Mencari sumber dana diluar iuran warga pemanfaat
  - d. Membukukan uang yang masuk dan yang keluar
  - e. Membuat laporan keuangan secara rutin.
4. Seksi Operasi dan Pemeliharaan
  - a. Mengoperasikan sarana sanitasi
  - b. Mengontrol semua bak kontrol dan perpipaan secara rutin
  - c. Meningkatkan mutu pelayanan
  - d. Melakukan pengujian sampel air limbah outlet
5. Seksi Kesehatan

- a. Melakukan penyuluhan tentang pengoperasian dan pemeliharaan sarana sanitasi
- b. Mengembangkan sarana sanitasi yang sudah terbangun
- c. Melakukan kampanye tentang kesehatan rumah tangga dan lingkungan.

#### 4.4.2 Perumusan Strategi

Perumusan strategi merupakan upaya terstruktur dalam mencapai sasaran atau tujuan individu maupun bersama. Dalam mencapai target dibidang pengolahan air limbah domestik dibutuhkan perumusan strategi menggunakan analisa SWOT. Analisis SWOT mempertimbangkan potensi dari internal (*strenghts* = kekuatan dan *weakness* = kelemahan) dan eksternal (*opportunities* = peluang dan *threats* = ancaman). Selanjutnya akan dijelaskan secara rinci setiap faktor dan komponennya. Pembahasan analisis ini berdasarkan data, kuisioner dan wawancara pada narasumber terkait. Berikut ringkasan langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis SWOT.

##### 1. Penentuan visi

Visi yang ingin dicapai yaitu terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal. Penentuan visi digunakan untuk menentukan strategi sesuai faktor faktor yang bersumber dari internal maupun eksternal.

##### 2. Analisis faktor internal

###### **Faktor *Strenghts* (S)**

##### a. Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah

Ketersediaan prasarana sangat dibutuhkan untuk pembanguna pengolahan air limbah domestik. Dalam hal ini prasarana air limbah yang tersedia adalah lahan untuk bangunan IPAL. Lahan yang tersedia yaitu berada di jalan pemukiman warga. Faktor ini sangat penting dan mendesak serta sangat berpengaruh dalam pengolahan limbah domestik warga.

##### b. Peraturan perundangan yang berlaku

Kebijakan Walikota Surabaya melalui surat edaran walikota no. 443/310/436.6.3/2015, menyatakan himbauan kepada masyarakat Kota Surabaya diantaranya menggunakan jamban sehat untuk buang air besar, tidak membuang tinja dengan menyalurkan ke sungai, tambak maupun selokan, mewujudkan lingkungan yang bersih, sehat dan menuju Kelurahan Stop Buang Air Besar Sembarangan. Faktor ini bersifat mendesak dan penting serta berpengaruh kuat dalam pembangunan pengolahan air limbah domestik.

c. Struktur kelembagaan

Perencanaan struktur kelembagaan telah dibentuk sehingga dapat dijadikan pedoman dalam pembentukan kepengurusan pemanfaat dan pemelihara IPAL komunal. Faktor ini mendesak dan penting serta berpengaruh kuat dalam pembentukan lembaga pengelola IPAL.

d. Ketersediaan SDM dalam mengelola IPAL

Sumberdaya manusia (SDM) dibutuhkan sebagai pengelola IPAL. SDM sangat penting dalam mendukung berbagai kegiatan dalam penanganan limbah domestik. Ketersediaan jumlah pegawai sangat dibutuhkan untuk tercapainya pengelolaan yang baik. Ketersediaan pegawai sangat disarankan berasal dari masyarakat yang menerima manfaat. Faktor ini mendesak dan sangat penting serta berpengaruh dalam pembanguan instalasi pengolahan air limbah domestik.

e. Pembagian tugas pengelolaan yang spesifik

Dalam pembentukan struktur organisasi dibutuhkan tugas pokok dan fungsi yang harus dilaksanakan oleh pengurus. Tugas dan tanggungjawab pengurus direncanakan sesuai kebutuhan pengelolaan air limbah. Sesuai dengan struktur organisasi, setiap pengurus mendapat tugas dan tanggungjawab masing-masing. Adapun pembagian tugas pengelolaan dapat dilihat pada sub bab perencanaan struktur organisasi. Mengingat hal tersebut, maka hal tersebut faktor pembagian tugas pengelolaan yang spesifik menjadi penting dan belum mendesak serta cukup berpengaruh kuat dalam pembangunan

IPAL.

**Faktor *Weakness* (W)**

- a. Belum adanya infrastruktur memadai  
Belum tersedianya bangunan pengolahan air limbah domestik untuk mengurangi angka pencemaran air sungai maupun dampak negatif lain akibat buang air besar sembarangan. Faktor ini menjadi sangat penting dan sangat mendesak serta berpengaruh kuat untuk terwujudnya pengolahan limbah domestik.
- b. Belum terbentuk pembina kelembagaan  
Pembina kelembagaan dibutuhkan dalam memberi masukan mengarahkan kelompok pemelihara agar dapat lebih mengetahui hal apa saja yang perlu dilakukan dalam mengelola air limbah domestik. Faktor ini menjadi penting namun tidak terlalu mendesak dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik.
- c. Belum ada strategi dan program pengolahan air limbah domestik  
Dalam pencapaian tujuan, maka dibutuhkan strategi yang sesuai. Strategi yang diusulkan harus sesuai dengan kebutuhan yang ada. Faktor ini menjadi penting dan belum mendesak untuk dilakukan dalam mencapai terwujudnya pembangunan IPAL.
- d. Terbatasnya alternatif pendanaan  
Pendanaan menjadi faktor utama dalam pembangunan instalasi pengolahan air limbah domestik. Adapun pendanaan yang bersumber dari pemerintah, swasta maupun hibah yang lain, namun hal tersebut dirasa cukup sulit dikarenakan ketentuan yang berlaku. Faktor ini menjadi sangat penting dan sangat mencesak dalam pembangunan IPAL.
- e. Pengetahuan SDM mengenai pengelolaan IPAL minim  
Pengetahuan SDM dibutuhkan dalam pengelolaan air limbah domestik, diantaranya pembersihan saluran dan instalasi pengolahan air limbah domestik. Faktor ini menjadi penting dan belum mendesak serta berpengaruh cukup kuat dalam mewujudkan pembangunan IPAL.

### 3. Analisis faktor eksternal

#### **Faktor *Opportunities* (O)**

##### a. Kebijakan nasional dan internasional

Berakhirnya era Millenium Development Goals (MDGs) dan munculnya Sustainable Development Goals (SDGs) sebagai salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan akan menjadi acuan dalam perundingan negara-negara dunia untuk melanjutkan pembangunan pasca Millenium Development Goals (MDGs) yang telah berakhir pada tahun 2015. Salah satu pilar dalam pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan sarana prasarana lingkungan, yang mana salah satunya merupakan pembangunan akses sanitasi untuk air limbah. Pada RPJMN 2015-2019 juga mnejelaskan bahwa pada tahun 2019 Indonesia harus sudah memiliki 100% akses sanitasi yang layak. Faktor kebijakan internasional ini menjadi mendesak dan sangat penting serta berpengaruh dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik sebagai sanitasi yang layak.

##### b. Kemauan masyarakat mengolah air limbah domestik

Dalam pembangunan IPAL berbasis masyarakat, dibutuhkan kebersediaan warga dalam menangani air limbah mereka. Kemauan masyarakat dalam mengelola IPAL dapat berpengaruh cukup kuat dalam pembangunan IPAL serta mendesak dan sangat penting.

##### c. Keinginan partisipasi masyarakat dalam hidup sehat

Kesadaran masyarakat untuk hidup sehat dibutuhkan dalam membantu pembangunan IPAL. Dengan keinginan masyarakat untuk hidup sehat maka akan membuat masyarakat berfikir untuk mau melakukan pengolahan terhadap air limbah domestik mereka. Kasadaran masyarakat menjadi sangat penting dan cukup berpengaruh dalam pembanguan IPAL

##### d. Terdapat standar pelayanan minimum

Pada tahun 2019, 100% masyarakat harus mendapatkan akses sanitasi



yang layak. Rincian dari 100% layak ialah 85% *onsite* dan 15% *offsite*. Hal tersebut tertuang dalam RPJMN 2015-2019, sehingga menjadikan faktor ini menjadi mendesak dan sangat penting serta berpengaruh kuat dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik.

e. Adanya potensi peran serta masyarakat

Dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL demi terciptanya kesinambungan sarana yang ada maka perlu dibentuk organisasi sebagai peran serta masyarakat. Anggota dari organisasi ini harus beranggotakan masyarakat pengguna sarana sanitasi yang ingin dibangun (warga setempat). Mereka adalah orang-orang yang punya andil untuk mengawal proses pembangunan sarana IPAL komunal mulai dari proses penyusunan ide hingga proses konstruksi dan implementasinya. Faktor ini sangat penting dan mendesak serta cukup berpengaruh dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik.

**Faktor *Threats* (T)**

a. Menurunnya kualitas lingkungan

Banyaknya pembuangan limbah secara langsung di sungai tanpa adanya pengolahan menyebabkan kualitas sungai tersebut menurun. Menurunnya kualitas lingkungan akan berpengaruh pada kesehatan masyarakat. Faktor ini menjadi sangat penting dan mendesak serta berpengaruh kuat dalam alasan untuk membangun pengolahan air limbah domestik.

b. Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik

Masyarakat merasa bahwa pengolahan air limbah cukup dilakukan dengan mengalirkan ke sungai karena kotoran akan terbawa aliran sungai. Faktor ini dirasa mendesak dan sangat penting serta berpengaruh dalam terwujudnya pengolahan air limbah domestik.

c. Kendala pembebasan lahan

Minimnya lahan yang dimiliki oleh warga sekitar untuk membangun

pengolahan air limbah menyebabkan pemilihan lahan yang digunakan adalah lahan milik pengarian. Hal ini menyebabkan dibutuhkan pembebasan lahan untuk pembangunan IPAL. Faktor ini menjadi sangat penting dan berpengaruh kuat dalam terwujudnya pembangunan IPAL.

d. Kemauan masyarakat menyambung pipa saluran

Dalam pembangunan IPAL komunal, dibutuhkan kebersediaan masyarakat dalam menyambungkan pipa saluran air limbah dari rumah masyarakat menuju pipa servis yang berada di depan rumah masyarakat tersebut. Faktor ini sangat penting dan mendesak serta berpengaruh sangat kuat dalam pembangunan IPAL

e. Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain

Jumlah biaya yang besar untuk membangun IPAL komunal dirasa membutuhkan dukungan di pemerintah maupun swasta. Untuk itu terbatasnya peran serta pembiayaan menjadi sangat penting dan berpengaruh kuat dalam pembangunan IPAL.

4. Analisis Strategi SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk menentukan strategi dengan menganalisis masalah yang ada. Faktor-faktor yang telah dijadikan acuan dalam pembentukan dalam mencapai tujuan dianalisis dengan memberikan bobot penilaian tingkat kepentingan dan tingkat pengaruh dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Adapun bobot tingkat kepentingan dan tingkat pengaruh dalam analisis ini yaitu:

**Bobot tingkat kepentingan:**

Sangat mendesak dan sangat penting	= 5
Mendesak dan penting	= 4
Tidak mendesak tapi sangat penting	= 3
Tidak mendesak tapi penting	= 2
Tidak mendesak dan tidak penting	= 1

Bobot tingkat kepentingan setiap faktor akan dipersentasekan yang kemudian selanjutnya dikali dengan bobot kuat pengaruh dari setiap faktor.

**Bobot kuat pengaruh:**

Sangat kuat	=	5
Kuat	=	4
Cukup kuat	=	3
Kurangkuat	=	2
Tidak Kuat	=	1

Analisis faktor internal dan eksternal disajikan dalam Tabel 3.5.

Tabel 4. 35 Nilai Komponen Faktor Internal

No	Komponen Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
			c		
a	b	c	d	e=cxd	
Faktor Strenghts (S)					
1	Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah	5	0,25	5	1,25
2	Peraturan dan kebijakan yang berlaku	4	0,20	4	0,80
3	Struktur kelembagaan	4	0,20	4	0,80
4	Ketersediaan SDM dalam mengelola IPAL	4	0,20	5	1,00
5	Pembagian tugas pengelolaan yang spesifik	3	0,15	3	0,45
Jumlah		20	1,00		4,30
Faktor Weakness (W)					
1	Belum adanya infrastruktur memadai	5	0,26	5	1,32
2	Belum terbentuk pembina kelembagaan	3	0,16	3	0,47
3	Belum ada strategi dan program pengolahan air limbah domestik	3	0,16	4	0,63
4	Terbatasnya alternatif pendanaan	5	0,26	5	1,32
5	Pengetahuan SDM mengenai pengelolaan IPAL minim	3	0,16	3	0,47
Jumlah		19	1,00		4,21
Koordinat					0,09

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4. 36 Nilai Komponen Faktor Eksternal

No	Komponen Faktor Eksternal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	a	b	c	d	e=cxd
Faktor Opportunities (O)					
1	Kebijakan nasional dan internasional	4	0,21	4	0,84
2	Kemauan masyarakat mengolah limbah domestik	4	0,21	4	0,84
3	Keinginan partisipasi masyarakat dalam hidup sehat	3	0,16	3	0,47
4	Terdapat standar pelayanan minimum	4	0,21	4	0,84
5	Adanya potensi peran serta masyarakat	4	0,21	3	0,63
Jumlah		19	1,00		3,63
Faktor Threats (T)					
1	Menurunnya kualitas lingkungan	4	0,21	4	0,84
2	Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik	3	0,16	3	0,47
3	Kendala pembebasan lahan	4	0,21	3	0,63
4	Kemauan masyarakat meyambung pipa saluran	4	0,21	5	1,05
5	Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain	4	0,21	4	0,84
Jumlah		19	1,00		3,84
Koordinat					-0,2

Sumber: Hasil perhitungan

Dari Tabel 4.35 diketahui selisih faktor strenght dan weakness bernilai +0,09 sedangkan Tabel 4. 36 selisih faktor peluang dan tantangan bernilai +0,2. Kedua nilai selisih dari faktor internal dan eksternal menjadi nilai absis x dan y (-

0,09; +0,2). Absis ini menunjukkan posisi lembaga yang berada pada kuadran III. Hasil analisis SWOT menggunakan faktor S, W, O dan T terdapat pada Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Posisi Lembaga dalam Kuadran Hasil Analisis SWOT

Posisi kuadran diatas menunjukkan strategi diversifikasi yaitu memaksimalkan kekuatan untuk mengatasi ancaman. Berikut Tabel 4 37 menjelaskan beberapa strategi yang didapat dari hasil analisis matriks strategi SWOT.

Tabel 4. 37 Analisis Strategi Kelembagaan

Matriks SWOT	Faktor Threats (T)	
	1	Menurunnya kualitas lingkungan
	2	Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik
	3	Kendala pembebasan lahan
	4	Kemauan masyarakat meyambung pipa saluran
	5	Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain
Faktor Strengths (S)		Strategi
1	Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah	1 Membangun pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal (S1-T1)
2	Peraturan dan kebijakan yang berlaku	2 Sosialisasi oleh SDM yang ada mengenai peraturan serta kebijakan manfaat pengolahan dan pengelolaan limbah domestik dan peraturan serta kebijakan (S2&S4-T2)

Matriks SWOT	Faktor Threats (T)
	1 Menurunnya kualitas lingkungan 2 Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik 3 Kendala pembebasan lahan 4 Kemauan masyarakat menyambung pipa saluran 5 Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain
Faktor Strengths (S)	Strategi
3 Struktur kelembagaan	3 Memanfaatkan SDM untuk mencari tahu mengenai SOP pembebasan lahan milik pengairan, lahan pemerintah kota maupun lahan PJKK sehingga mendapatkan ijin untuk pembangunan IPAL (S4-T3)
4 Ketersediaan SDM dalam mengelola IPAL	4 Adanya sosialisasi mengenai peraturan dan kebijakan dalam mengolah limbah domestik agar masyarakat mau untuk menyambung pipa dari saluran pembuangan menuju pipa servis (S2-T4)
5 Pembagian tugas pengelolaan yang spesifik	5 Melakukan perencanaan dengan menabung untuk pembangunan IPAL atau dengan melakukan peminjaman (S5-T5)

Adapun standart operasional dan perawatan prasarana dan sarana sistem penyaluran air limbah secara komunal yang harus dilakukan oleh masyarakat diataranya:

1. Bagi pengguna
  - a. Tidak membuang limbah padat seperti pembalut, plastik, kertas, dan lain-lain dalam saluran pembuangan
  - b. Tidak membuang bahan pencuci yang mengandung fosfat/desinfektan terlalu tinggi kedalam saluran
  - c. Menggunakan sabun cuci/detergen secukupnya
  - d. Tidak menanam pohon dekat lokasi IPAL
  - e. Periksa bak kontrol di rumah
2. Bagi pengelola/operator

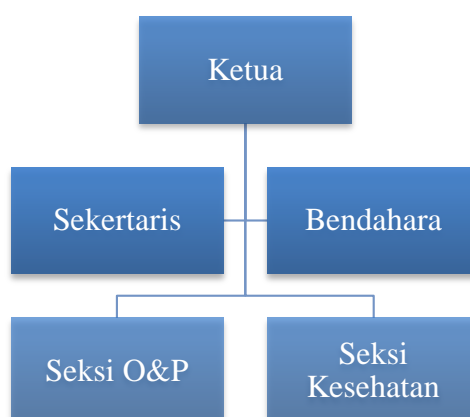
- a. Periksa bak kontrol pada sistem perpipaan dan buang limbah padat seminggu sekali
- b. Perbaiki perpipaan yang rusak/lakukan penggelontoran pipa untuk membersihkan dari lumpur yang mengendap setahun sekali
- c. Melakukan otomasi pompa dari pukul 5.00 hingga pukul 10.00 dan pukul 16.00. hingga pukul 20.00.
- d. Perbaiki pompa yang rusak
- e. Buang kotoran padat dan mengapung pada manhole
- f. Kuras lumpur pada unit instalasi 2 tahun sekali.

#### 4.4.1 Rencana Struktur Organisasi

Proses pembentukan kelembagaan dilakukan pada saat awal perencanaan atau pelaksanaan yaitu pada usulan kegiatan diterima oleh instansi terkait guna dilaksanakan pembangunan fisiknya. Panitia yang ada adalah perwakilan dari warga yang bertanggungjawab atas pengelolaan dana masyarakat yang terkumpul melalui proses swadaya masyarakat maupun dari pihak pendonor yang telah membantu sampai dengan selesai proses pembangunan. Panitia akan berperan sebagai mediator antara pemerintah dan masyarakat, pihak swasta dengan masyarakat dengan melalui proses koordinasi yang baik.

Pada tahap perencanaan salah satu upaya merencanakan keberlanjutan pengelolaan IPAL komunal adalah dengan menguraikan kesiapan warga untuk dapat memanfaatkan serta memelihara sarana terbangun di dalam RKM. Oleh karena itu perlu dibentuk sebuah wadah/organisasi yang akan bertanggungjawab dalam kegiatan pemeliharaan dan pengoperasian sarana (pengelolaan sarana). Organisasi tersebut adalah Kelompok Pengguna dan Pemelihara (KPP) sarana sanitasi.

KPP dalam tata kepengelolaan sarana perlu menyusun tata cara, yang akan menjadi acuan dalam melakukan kegiatannya. Selain tata cara untuk operasional kegiatan, juga diperlukan peraturan untuk organisasi KPP itu sendiri. Tata cara ini disusun oleh pengurus KPP bersama warga pemanfaat, dimusyawarahkan bersama dalam forum musyawarah/rembug warga, dan setelah dicapai mufakat disahkan oleh Lurah. Rencana struktur organisasi pengelola dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Rencana struktur organisasi



Tugas pokok masing-masing seksi, sebagai berikut :

1. Ketua:
  - a. Mengkoordinasikan perencanaan kegiatan pembangunan.
  - b. Memimpin pelaksanaan tugas panitia dan kegiatan rapat-rapat.
2. Sekretaris:
  - a. Membantu penyusunan rencana kebutuhan dan melaksanakan kegiatan tata usaha dan dokumentasi;
  - b. Melaksanakan surat-menyurat;
  - c. Melaksanakan pelaporan kegiatan pembangunan secara bertahap.
3. Bendahara :
  - a. Merencanakan tentang besarnya iuran anggota
  - b. Mengumpulkan iuran anggota
  - c. Mencari sumber dana diluar iuran warga pemanfaat
  - d. Membukukan uang yang masuk dan keluar
  - e. Membuat laporan keuangan secara rutin.
4. Seksi Operasi dan Pemeliharaan
  - a. Mengoperasikan sarana sanitasi
  - b. Mengontrol semua bak kontrol dan perpipaan secara rutin
  - c. Meningkatkan mutu pelayanan
  - d. Melakukan pengujian sampel air limbah outlet
5. Seksi Kesehatan
  - a. Melakukan penyuluhan tentang pengoperasian dan pemeliharaan sarana sanitasi
  - b. Mengembangkan sarana sanitasi yang sudah terbangun
  - c. Melakukan kampanye tentang kesehatan rumah tangga dan lingkungan.

#### **4.4.2 Perumusan Strategi**

Perumusan strategi merupakan upaya terstruktur dalam mencapai sasaran atau tujuan individu maupun bersama. Dalam mencapai target dibidang pengelolaan air limbah domestik dibutuhkan perumusan strategi menggunakan analisis SWOT. Analisis SWOT mempertimbangkan potensi dari internal (*strenghts* = kekuatan dan *weakness* =

kelemahan) dan eksternal (*opportunities* = peluang dan *threats* = ancaman). Selanjutnya akan dijelaskan secara rinci setiap faktor dan komponennya. Pembahasan analisis ini berdasarkan data, kuisioner dan wawancara pada narasumber terkait. Berikut rincian langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis SWOT.

1. Penentuan visi

Visi yang ingin dicapai yaitu terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal. Penentuan visi digunakan untuk menentukan strategi sesuai faktor-faktor yang bersumber dari internal maupun eksternal.

2. Analisis faktor internal

**Faktor *Strenghts* (S)**

- a. Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah

Ketersediaan prasarana sangat dibutuhkan untuk pembanguna pengolahan air limbah domestik. Dalam hal ini prasarana air limbah yang tersedia adalah lahan untuk bangunan IPAL. Lahan yang tersedia yaitu berada di jalan pemukiman warga. Faktor ini sangat penting dan mendesak serta sangat berpengaruh dalam pengolahan limbah domestik warga.

- b. Peraturan perundangan yang berlaku

Kebijakan Walikota Surabaya melalui surat edaran Walikota No. 443/310/436.6.3/2015, menyatakan himbauan kepada masyarakat Kota Surabaya diantaranya menggunakan jamban sehat untuk buang air besar, tidak membuang tinja dengan menyalurkan ke sungai, tambak maupun selokan, mewujudkan lingkungan yang bersih, sehat dan menuju Kelurahan Stop Buang Air Besar Sembarangan. Faktor ini bersifat mendesak dan penting serta berpengaruh kuat dalam pembangunan pengolahan air limbah domestik.

- c. Struktur kelembagaan

Perencanaan struktur kelmbagaan telah dibentuk sehingga dapat dijadikan pedoman dalam pembentukan kepengurusan pemanfaat dan

pemelihara IPAL komunal. Faktor ini mendesak dan penting serta berpengaruh kuat dalam pembentukan lembaga pengelola IPAL.

d. Ketersediaan SDM dalam mengelola IPAL

Sumberdaya manusia (SDM) dibutuhkan sebagai pengelola IPAL. SDM sangat penting dalam mendukung berbagai kegiatan dalam penanganan limbah domestik. Ketersediaan jumlah pegawai sangat dibutuhkan untuk tercapainya pengelolaan yang baik. Ketersediaan pegawai sangat disarankan berasal dari masyarakat yang menerima manfaat. Faktor ini mendesak dan sangat penting serta berpengaruh dalam pembangunan instalasi pengolahan air limbah domestik.

e. Pembagian tugas pengelolaan yang spesifik

Dalam pembentukan struktur organisasi dibutuhkan tugas pokok dan fungsi yang harus dilaksanakan oleh pengurus. Tugas dan tanggungjawab pengurus direncanakan sesuai kebutuhan pengelolaan air limbah. Sesuai dengan struktur organisasi, setiap pengurus mendapat tugas dan tanggungjawab masing-masing. Adapun pembagian tugas pengelolaan dapat dilihat pada sub bab perencanaan struktur organisasi. Mengingat hal tersebut, maka hal tersebut faktor pembagian tugas pengelolaan yang spesifik menjadi penting dan belum mendesak serta cukup berpengaruh kuat dalam pembangunan IPAL.

**Faktor *Weakness* (W)**

a. Belum adanya infrastruktur memadai

Belum tersedianya bangunan pengolahan air limbah domestik untuk mengurangi angka pencemaran air sungai maupun dampak negatif lain akibat buang air besar sembarangan. Faktor ini menjadi sangat penting dan sangat mendesak serta berpengaruh kuat untuk terwujudnya pengolahan limbah domestik.

b. Belum terbentuknya pembina kelembagaan

Pembina kelembagaan dibutuhkan dalam memberi masukan mengarahkan kelompok pemelihara agar dapat lebih mengetahui hal apa

saja yang perlu dilakukan dalam mengelola air limbah domestik. Faktor ini menjadi penting namun tidak terlalu mendesak dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik.

- c. Belum ada strategi dan program pengelolaan air limbah domestik  
Dalam pencapaian tujuan, maka dibutuhkan strategi yang sesuai. Strategi yang diusulkan harus sesuai dengan kebutuhan yang ada. Faktor ini menjadi penting dan belum mendesak untuk dilakukan dalam mencapai terwujudnya pembangunan IPAL.
- d. Terbatasnya alternatif pendanaan  
Pendanaan menjadi faktor utama dalam pembangunan instalasi pengolahan air limbah domestik. Adapun pendanaan yang bersumber dari pemerintah, swasta maupun hibah yang lain, namun hal tersebut dirasa cukup sulit dikarenakan ketentuan yang berlaku. Faktor ini menjadi sangat penting dan sangat mendesak dalam pembangunan IPAL
- e. Pengetahuan SDM mengenai pengelolaan IPAL minim  
Pengetahuan SDM dibutuhkan dalam pengelolaan air limbah domestik, diantaranya pembersihan saluran dan instalasi pengolahan air limbah domestik. Faktor ini menjadi penting dan belum mendesak serta berpengaruh cukup kuat dalam mewujudkan pembangunan IPAL.

### 3. Analisis faktor eksternal

#### **Faktor *Opportunities* (O)**

- a. Kebijakan nasional dan internasional  
Berakhirnya era *Millenium Development Goals* (MDGs) dan munculnya *Sustainable Development Goals* (SDGs) sebagai salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan akan menjadi acuan dalam perundingan negara-negara dunia untuk melanjutkan pembangunan pasca *Millenium Development Goals* (MDGs) yang telah berakhir pada tahun 2015. Salah satu pilar dalam pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan sarana prasarana lingkungan, yang mana salah satunya merupakan pembangunan akses sanitasi untuk air limbah. Pada RPJMN 2015-2019

juga menjelaskan bahwa pada tahun 2019 Indonesia harus sudah memiliki 100% akses sanitasi yang layak. Faktor kebijakan internasional ini menjadi mendesak dan sangat penting serta berpengaruh dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik sebagai sanitasi yang layak.

b. Kemauan masyarakat mengelola air limbah domestik

Dalam pembangunan IPAL berbasis masyarakat, dibutuhkan kebersediaan warga dalam menangani air limbah mereka. Kemauan masyarakat dalam mengelola IPAL dapat berpengaruh cukup kuat dalam pembangunan IPAL serta mendesak dan sangat penting.

c. Keinginan masyarakat dalam hidup sehat

Kesadaran masyarakat untuk hidup sehat dibutuhkan dalam membantu pembangunan IPAL. Dengan keinginan masyarakat untuk hidup sehat maka akan membuat masyarakat berfikir untuk mau melakukan pengolahan terhadap air limbah domestik mereka. Kesadaran masyarakat menjadi sangat penting dan cukup berpengaruh dalam pembangunan IPAL

d. Terdapat standard pelayanan minimum

Pada tahun 2019, 100% masyarakat harus mendapatkan akses sanitasi yang layak. Rincian dari 100% layak ialah 85% *onsite* dan 15% *offsite*. Hal tersebut tertuang dalam RPJMN 2015-2019, sehingga menjadikan faktor ini menjadi mendesak dan sangat penting serta berpengaruh kuat dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik.

e. Adanya potensi peran serta masyarakat

Dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL demi terciptanya kesinambungan sarana yang ada maka perlu dibentuk organisasi sebagai peran serta masyarakat. Anggota dari organisasi ini harus beranggotakan masyarakat pengguna sarana sanitasi yang ingin dibangun (warga setempat). Mereka adalah orang-orang yang punya andil untuk mengawal proses pembangunan sarana IPAL komunal mulai dari proses penyusunan ide hingga proses konstruksi dan implementasinya. Faktor

ini sangat penting dan mendesak serta cukup berpengaruh dalam terwujudnya pembangunan pengolahan air limbah domestik.

**Faktor *Threats* (T)**

a. Menurunnya kualitas lingkungan

Banyaknya pembuangan limbah secara langsung di sungai tanpa adanya pengelolaan menyebabkan kualitas sungai tersebut menurun. Menurunnya kualitas lingkungan akan berpengaruh pada kesehatan masyarakat. Faktor ini menjadi sangat penting dan mendesak serta berpengaruh kuat dalam alasan untuk membangun pengelolaan air limbah domestik.

b. Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan air limbah domestik

Masyarakat merasa bahwa pengolahan air limbah cukup dilakukan dengan mengalirkan ke sungai karena kotoran akan terbawa aliran sungai. Faktor ini dirasa mendesak dan sangat penting serta berpengaruh dalam terwujudnya pengelolaan air limbah domestik.

c. Kendala pembebasan lahan

Minimnya lahan yang dimiliki oleh warga sekitar untuk membangun pengolahan air limbah menyebabkan pemilihan lahan yang digunakan adalah lahan milik pengarian. Hal ini menyebabkan dibutuhkannya pembebasan lahan untuk pembangunan IPAL. Faktor ini menjadi sangat penting dan berpengaruh kuat dalam terwujudnya pembangunan IPAL.

d. Kemauan masyarakat menyambung pipa saluran

Dalam pembangunan IPAL komunal, dibutuhkan kesediaan masyarakat dalam menyambungkan pipa saluran air limbah dari rumah menuju pipa servis yang berada di depan rumah masyarakat tersebut. Faktor ini sangat penting dan mendesak serta berpengaruh sangat kuat dalam pembangunan IPAL

e. Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain

Jumlah biaya yang besar untuk membangun IPAL komunal dirasa membutuhkan dukungan di pemerintah maupun swasta. Untuk itu terbatasnya peran serta pembiayaan menjadi sangat penting dan berpengaruh kuat dalam pembangunan IPAL.

#### 4. Analisis Strategi SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk menentukan strategi dengan menganalisis masalah yang ada. Faktor-faktor yang telah dijadikan acuan dalam pembentukan dalam mencapai tujuan dianalisis dengan memberikan bobot penilaian tingkat kepentingan dan tingkat pengaruh dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Adapun bobot tingkat kepentingan dan tingkat pengaruh dalam analisis ini yaitu:

##### **Bobot tingkat kepentingan:**

Sangat mendesak dan sangat penting	= 5
Mendesak dan penting	= 4
Tidak mendesak tapi sangat penting	= 3
Tidak mendesak tapi penting	= 2
Tidak mendesak dan tidak penting	= 1

Bobot tingkat kepentingan setiap faktor akan dipersentasekan yang kemudian selanjutnya dikali dengan bobot kuat pengaruh dari setiap faktor.

##### **Bobot kuat pengaruh:**

Sangat kuat	= 5
Kuat	= 4
Cukup kuat	= 3
Kurang kuat	= 2
Tidak Kuat	= 1

Analisis faktor internal dan eksternal disajikan dalam Tabel 3.5.

Tabel 4. 35 Nilai Komponen Faktor Internal

No	Komponen Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase	Tingkat Pengaruh	Nilai
			Bobot Kepentingan		
	a	b	c	d	e=cxd
Faktor <i>Strenghts</i> (S)					
1	Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah	5	0,25	5	1,25

No	Komponen Faktor Internal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	a	b	c	d	e=cxd
2	Peraturan dan kebijakan yang berlaku	4	0,20	4	0,80
3	Struktur kelembagaan	4	0,20	4	0,80
4	Ketersediaan SDM dalam mengelola IPAL	4	0,20	5	1,00
5	Pembagian tugas pengelolaan yang spesifik	3	0,15	3	0,45
	Jumlah	20	1,00		4,30
Faktor <i>Weakness</i> (W)					
1	Belum adanya infrastruktur memadai	5	0,26	5	1,32
2	Belum terbentuk pembina kelembagaan	3	0,16	3	0,47
3	Belum ada strategi dan program pengolahan air limbah domestik	3	0,16	4	0,63
4	Terbatasnya alternatif pendanaan	5	0,26	5	1,32
5	Pengetahuan SDM mengenai pengelolaan IPAL minim	3	0,16	3	0,47
	Jumlah	19	1,00		4,21
	Koordinat				0,09

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4. 36 Nilai Komponen Faktor Eksternal

No	Komponen Faktor Eksternal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	a	b	c	d	e=cxd
Faktor <i>Opportunities</i> (O)					
1	Kebijakan nasional dan internasional	4	0,21	4	0,84
2	Kemauan masyarakat mengolah limbah domestik	4	0,21	4	0,84
3	Keinginan partisipasi masyarakat dalam hidup sehat	3	0,16	3	0,47



No	Komponen Faktor Eksternal	Bobot Kepentingan	Persentase Bobot Kepentingan	Tingkat Pengaruh	Nilai
	a	b	c	d	e=cxd
4	Terdapat standar pelayanan minimum	4	0,21	4	0,84
5	Adanya potensi peran serta masyarakat	4	0,21	3	0,63
	Jumlah	19	1,00		3,63
Faktor <i>Threats</i> (T)					
1	Menurunnya kualitas lingkungan	4	0,21	4	0,84
2	Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik	3	0,16	3	0,47
3	Kendala pembebasan lahan	4	0,21	3	0,63
4	Kemauan masyarakat meyambung pipa saluran	4	0,21	5	1,05
5	Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain	4	0,21	4	0,84
	Jumlah	19	1,00		3,84
	Koordinat				-0,2

Sumber: Hasil perhitungan

Dari Tabel 4.35 diketahui selisih faktor *strenght* dan *weakness* bernilai +0,09 sedangkan Tabel 4.36 selisih faktor peluang dan tantangan bernilai +0,2. Kedua nilai selisih dari faktor internal dan eksternal menjadi nilai absis x dan y (-0,09; +0,2). Absis ini menunjukkan posisi lembaga yang berada pada kuadran III. Hasil analisis SWOT menggunakan faktor S, W, O dan T terdapat pada Gambar 4.25.



Gambar 4. 25 Posisi Lembaga dalam Kuadran Hasil Analisis SWOT

Posisi kuadran diatas menunjukkan strategi diversifikasi yaitu memaksimalkan kekuatan untuk mengatasi ancaman. Berikut Tabel 4.37 menjelaskan beberapa strategi yang didapat dari hasil analisis matriks strategi SWOT.

Tabel 4. 37 Analisis Strategi Kelembagaan

Matriks SWOT	Faktor <i>Threats</i> (T)	
	1	Menurunnya kualitas lingkungan
	2	Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik
	3	Kendala pembebasan lahan
	4	Kemauan masyarakat meyambung pipa saluran
	5	Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain
Faktor <i>Strengths</i> (S)		Strategi
1	Ketersediaan prasarana pengolahan air limbah	1 Membangun pembangunan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal (S1-T1)
2	Peraturan dan kebijakan yang berlaku	2 Sosialisasi oleh SDM yang ada mengenai peraturan serta kebijakan manfaat pengolahan dan pengelolaan limbah domestik dan peraturan serta kebijakan (S2&S4-T2)
3	Struktur kelembagaan	3 Memanfaatkan SDM untuk mencari tahu mengenai SOP pembebasan lahan milik pengairan, lahan pemerintah kota maupun

Matriks SWOT	Faktor <i>Threats</i> (T)
	1 Menurunnya kualitas lingkungan
	2 Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai pengolahan air limbah domestik
	3 Kendala pembebasan lahan
	4 Kemauan masyarakat menyambung pipa saluran
	5 Terbatasnya pembiayaan dari pihak lain
Faktor <i>Strengths</i> (S)	Strategi
4 Ketersediaan SDM dalam mengelola IPAL	lahan PJKA sehingga mendapatkan ijin untuk pembangunan IPAL (S4-T3)
5 Pembagian tugas pengelolaan yang spesifik	4 Adanya sosialisasi mengenai peraturan dan kebijakan dalam mengolah limbah domestik agar masyarakat mau untuk menyambung pipa dari saluran pembuangan menuju pipa servis (S2-T4)
	5 Melakukan perencanaan dengan menabung untuk pembangunan IPAL atau dengan melakukan peminjaman (S5-T5)

Adapun standard operasional dan perawatan prasarana dan sarana sistem penyaluran air limbah secara komunal yang harus dilakukan oleh masyarakat diantaranya:

1. Bagi pengguna
  - a. Tidak membuang limbah padat seperti pembalut, plastik, kertas, dan lain-lain dalam saluran pembuangan
  - b. Tidak membuang bahan pencuci yang mengandung fosfat/desinfektan terlalu tinggi kedalam saluran
  - c. Menggunakan sabun cuci/detergen secukupnya
  - d. Tidak menanam pohon dekat lokasi IPAL
  - e. Periksa bak kontrol di rumah
2. Bagi pengelola/operator
  - a. Periksa bak kontrol pada sistem perpipaan dan buang limbah padat seminggu sekali

- b. Perbaiki perpipaan yang rusak/lakukan penggelontoran pipa untuk membersihkan dari lumpur yang mengendap setahun sekali
- c. Melakukan otomasi pompa dari pukul 5.00 hingga pukul 10.00 dan pukul 16.00. hingga pukul 20.00.
- d. Perbaiki pompa yang rusak
- e. Buang kotoran padat dan mengapung pada manhole
- f. Kuras lumpur pada unit instalasi 2 tahun sekali.

## **LEMBAR KUESIONER**

Bapak/Ibu/ Saudara/i yang terhormat,

Berikut ini adalah daftar pertanyaan kuesioner yang digunakan sebagai bahan pengumpulan data untuk penyusunan tesis dalam rangka memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar master pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya oleh:

Nama : Ro'du Dhuha Afrianisa

NRP : 3314 202 003

Tujuan dari survei ini adalah untuk mengetahui kondisi dan permasalahan terkait dengan desa Open Defecation Free (ODF) atau Bebas Buang Air Besar Sembarangan (BABS).

Silahkan isi kuesioner ini sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu/Saudara/i sendiri, terkait dengan apa yang Anda lihat dan ketahui. Data yang telah Bapak/Ibu/Saudara/I isi semata-mata untuk kepentingan studi, dan kami sanggup menjaga kerahasiaannya. Mohon kiranya kuesioner ini diisi dengan sebenar-benarnya. Untuk kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i menjadi responden dan seluruh jawaban Bapak/Ibu/Saudara/i, saya ucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian:

1. Untuk bentuk pertanyaan pilihan, isilah pada jawaban yang telah disediakan dengan memilih jawaban yang sesuai dengan pilihan Bapak/Ibu/Saudara/i.
2. Berilah tanda silang (X) atau lingkaran (O) atau conteng (√) pada jawaban yang Bapak/Ibu/Saudara/I kehendaki.
3. Untuk bentuk pertanyaan isian, isilah pada bagian yang telah disediakan. Bila ada bagian yang menurut Bapak/Ibu/Saudara/I perlu dikomentari, tulislah komentar Anda pada kolom yang telah disediakan.

### **A. IDENTITAS RESPONDEN**

NAMA :

UMUR :

DESA/KELURAHAN :

RT/RW :

JENIS KELAMIN : Laki-Laki (L) / Perempuan (P) \*

NOMOR RUMAH :

1. Apa pekerjaan utama Bapak/Ibu/ Saudara/i?
  - a. Pegawai Negeri
  - b. Swasta/buruh pabrik
  - c. Wiraswasta
  - d. Serabutan

- e. Lain-lain,sebutkan .....
- 2. Berapa jumlah Anggota keluarga dalam rumah?  
.....
- 3. Berapa penghasilan Bapak/Ibu/Saudara/i?
  - a. Kurang dari Rp. 1.000.000,-
  - b. Antara Rp. 1.000.000,- s/d Rp. 2.000.000,-
  - c. Antara Rp. 2.000.000,- s/d Rp. 3.000.000,-
  - d. Lebih dari Rp. 3.000.000,-
  - e. Lain-lain,sebutkan.....

\*coret yang tidak perlu

#### **B. PENGETAHUAN**

- 1. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mengetahui tentang sanitasi?
  - a. Tidak
  - b. Ya, jelaskan (singkat) .....
- 2. Menurut Bapak/Ibu/Saudara/i, apakah boleh buang air besar (BAB) di sembarang tempat (sungai, laut, kebun) ?
  - a. Boleh, alasannya .....
  - b. Tidak boleh
- 3. Tahukan Bapak/Ibu/Saudara/i mengenai dampak BAB disembarang tempat terhadap lingkungan dan kesehatan?
  - a. Tidak tahu
  - b. Tahu, sebutkan .....
- 4. Tahukan Bapak/Ibu/Saudara/i mengenai pengolahan limbah secara komunal?
  - a. Tahu
  - b. Tidak

#### **C. PERILAKU SANITASI**

- 1. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i mempunyai jamban/ WC di rumah?
  - a. Tidak, mengapa? .....
  - b. Ya
- 2. Kemana saluran tinja berakhir?
  - c. Kebun/sawah/selokan/sungai/laut
  - d. Tangki septik/tempat pengolahan tinja
- 4. Dimana Bapak/Ibu/Saudara/i dan anggota keluarga melakukan BAB?
  - a. Sungai/ laut/ kebun
  - b. Jamban (punya sendiri maupun numpang)

#### **D. KEMAUAN MERUBAH KEBIASAAN**

- 1. Pada saat Bapak/Ibu/Saudara/i melakukan BAB disembarang tempat (sungai/ selokan), bagaimana perasaan Bapak/Ibu/Saudara/i?

- a. Biasa saja
  - b. Malu/ terpaksa
- 2. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i ingin segera meninggalkan kebiasaan BAB di sembarang tempat?
  - a. Tidak, alasannya .....
  - b. Ya, alasannya .....
- 3. Kapan Bapak/Ibu/Saudara/i akan meninggalkan kebiasaan BAB di sembarang tempat?
  - a. Belum tahu
  - b. Secepatnya, target? .....

#### **E. KEMAUAN MEMBANGUN JAMBAN**

- 1. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i bersedia membangun jamban dengan biaya sendiri?
  - a. Tidak
  - b. Ya
- 2. Untuk bisa memiliki tangki saptik sendiri, kira-kira apa yang akan Bapak/Ibu/Saudara/i lakukan?
  - a. Menunggu bantuan dari pihak terkait (pemerintah, LSM, dan lain-lain)
  - b. Menabung/ arisan jamban
- 3. Kapan target Bapak/Ibu/Saudara/i untuk membangun tangki saptik?
  - a. Belum tahu
  - b. Secepatnya, target? .....
- 4. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i berminat untuk mengolah limbah secara komunal (IPAL Komunal)?
  - a. iya
  - b. Tidak
- 5. Siapa yang Bapak/Ibu/Saudara/i harapkan untuk membangun jamban umum/ MCK/ IPAL Komunal tersebut?
  - a. Pemerintah
  - b. Swadaya
- 6. Apakah Bapak/Ibu/Saudara/i bersedia berpartisipasi memelihara jamban umum/ MCK/IPAL Komunal?
  - a. Tidak
  - b. Ya
- 7. Siapa yang seharusnya bertanggung jawab memelihara jamban umum/ MCK/IPAL Komunal?
  - a. Pemerintah
  - b. Masyarakat

Kecamatan:

Kelurahan :

Puskesmas:

### **LEMBAR WAWANCARA PUSKESMAS**

Berikut ini adalah daftar pertanyaan yang digunakan sebagai bahan pengumpulan data mengenai *open defecation* di Kota Surabaya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan lokasi IPAL komunal di daerah yang masih buang air besar sembarangan (BABS)/*open defecation* (OD). Data lokasi yang terkumpul akan dipetakan menjadi wilayah mana saja di Kota Surabaya yang masih BABS dapat di komunalkan.

Berikut daftar pertanyaan untuk sanitarian:

1. Apakah ada data mengenai jumlah rumah yang masih buang air besar sembarangan(BABS) / *open defecation* (OD)?

☐ Ada

☐ Tidak

jika tidak ada→Dimana saja pemukiman yang masih BABS dan berapa jumlahnya?

Kelurahan: ..... RW: ..... RT:..... Σ:.....

RW: ..... RT:..... Σ:.....

RW: ..... RT:..... Σ:.....

2. Bagaimana garis besar kondisi sanitasi di daerah tersebut?

☐ punya jamban

☐ tidak punya jamban

☐ tidak punya tangki septik

3. Apakah sudah ada pemicuan untuk membangun jamban atau tangki septik?

.....

4. Apa yang menjadi kendala utama dalam pembangunan pengolahan air limbah domestik warga?

.....

5. Apakah ada perencanaan atau lokasi yang tersentralisasi sehingga dapat dikomunalkan (data tiap RT/RW dan jumlah > 40SR)?

.....



Kecamatan:

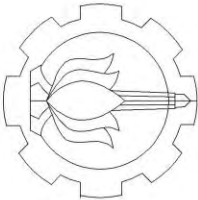
Kelurahan :

RW/ RT :

### **LEMBAR WAWANCARA TOKOH MASYARAKAT**

Berikut ini adalah daftar pertanyaan yang digunakan sebagai bahan pengumpulan data mengenai *open defecation* di Kota Surabaya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi lokasi dan kemauan warga dalam membangun IPAL komunal. Data lokasi yang terkumpul akan dipetakan menjadi wilayah mana saja di Kota Surabaya yang masih BABS dapat di komunkan. Berikut daftar pertanyaan untuk tokoh masyarakat:

No.	Pertanyaan	Jawaban		Keterangan
		Ya	Tidak	
	<b>Rumah yang masih BABS</b>			
1	Berapa rumah yang masih BABS?			
	50 SR			
	51-80 SR			
	80-100SR			
2	Apakah status rumah/lahan milik pribadi			
3	Mengapa warga masih buang air besar sembarangan?			
5	Bila ada perencanaan pembangunan pengolahan air limbah domestik secara komunal, bagaimana antusiasme warga mengenai hal tersebut? Mengapa?			
6	Keluarga yang masih buang air besar sembarangan tersentralisasi?			
7	Apakah sudah memiliki jamban?			
8	Apakah sudah ada pipa penyaluran?			
	<b>Lahan</b>			
1	Adakah ketersediaan lahan IPAL?			
2	Apakah lahan milik fasilitas umum?			
3	Apakah lahan dekat lokasi?			
4	Apakah luas lahan <200m <sup>2</sup> ?			
	<b>Sumber daya</b>			
1	Adakah sumber daya listrik dan air yang tersedia?			
3	Apakah terdapat saluran drainase/ sungai untuk menampung effluent pengolahan air limbah?			



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Kajian Perencanaan Pengolahan Air Limbuh Domestik dengan sistem Komunal dalam Mencapai Universal Access di Kota Surabaya (Studi Kasus: Kecamatan Wonocolo)

Nama Mahasiswa

Rofdu Dhuha Arianisa  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S Soedjono Diplo SE, MSc., PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01)

Judul Gambar

Peta rencana pembangunan IPAL komunal di daerah BABS

Keterangan

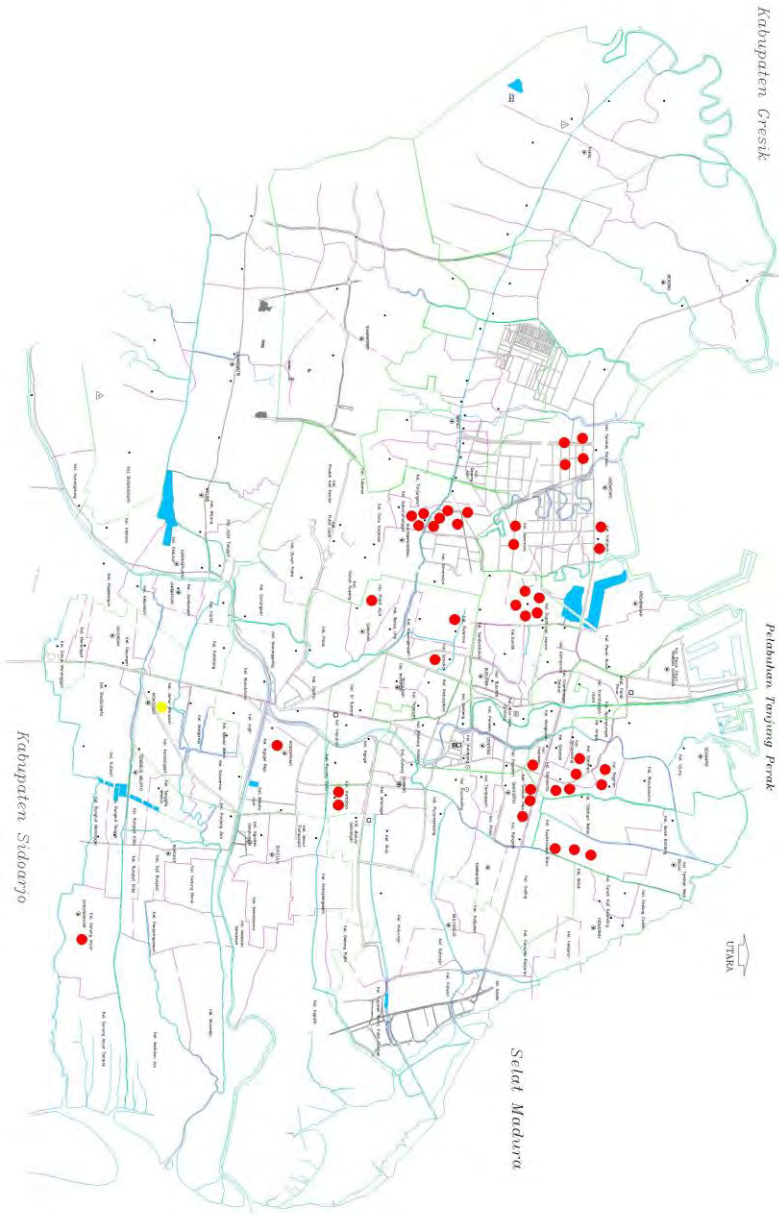
- Batas Kota
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Jalan Kota
- Sungai
- Waduk/Bozem
- Lokasi rencana IPAL
- Studi lokasi perencanaan

Skala

No. Gambar

1:5000

B-1'



## FOTO RENCANA LOKASI IPAL



RT 7 RW 2 Kelurahan Jemurwonosari  
Kecamatan Wonocolo



RT 8 RW 2 Kelurahan Dupak Kecamatan  
Krembangan



Jl Kali Bokor RT 4 dan 5 RW 2 Kelurahan  
Kertajaya Kecamatan Gubeng



Jl Tambak Lumpang RT 1 RW 4  
Kelurahan Sukomanunggal Kecamatan  
Sukomanunggal



Jl Tambak Lumpang RT 3 RW 4 Kelurahan Sukomanunggal Kecamatan Sukomanunggal



Jl Tambak Lumpang RT 4 RW 4 Kelurahan Sukomanunggal Kecamatan Sukomanunggal



RT 6 RW 6 Kelurahan Asemrowo Kecamatan Asemrowo



Jl Tambak Mayor RW7RT7 Kelurahan Asemrowo Kecamatan Asemrowo



RT 2 RW 2 Kelurahan Genting Kalianak Kecamatan Asemrowo



RT 1 RW 2 Kelurahan Genting Kalianak Kecamatan Asemrowo





Jl Greges gang Buyuk RT 3 RW2 Kelurahan  
tambaksarioso Kecamatan Asemrowo



Jl Greges gang Pokak RT 3 RW3  
Kelurahan tambaksarioso Kecamatan  
Asemrowo



RT 3 RW 5 Kelurahan Petemon Kecamatan  
Sawahan



RT 3 RW 15 Blok E Kelurahan Putat Jaya  
Kecamatan Putat Jaya



Jl Karang Tembok Gang 2 RT 6 RW 3  
Kelurahan Pegirian Kecamatan Semampir



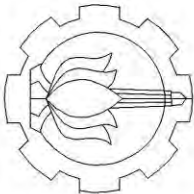
Jl Kapas Lor RT 8 RW 6 Kelurahan  
Kapasmdya Baru Kecamatan Tambaksari



Jl Kapas Jaya RT 2 RTW 8 Kelurahan  
Kapasmadya Baru Kecamatan Tambaksari



Jl Kapas Jaya RT 3 RTW 8 Kelurahan  
Kapasmadya Baru Kecamatan Tambaksari



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lngkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Kajian Perencanaan Pengalihan Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Komunal dalam  
Menyapai Universal Access di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonocolo)

Nama Mahasiswa

Rofa Dhuha A Hanifa  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S Soedjono Dpt SE., MSc., PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01 )

Judul Gambar

Profil Hidroliks SPAL

Keterangan



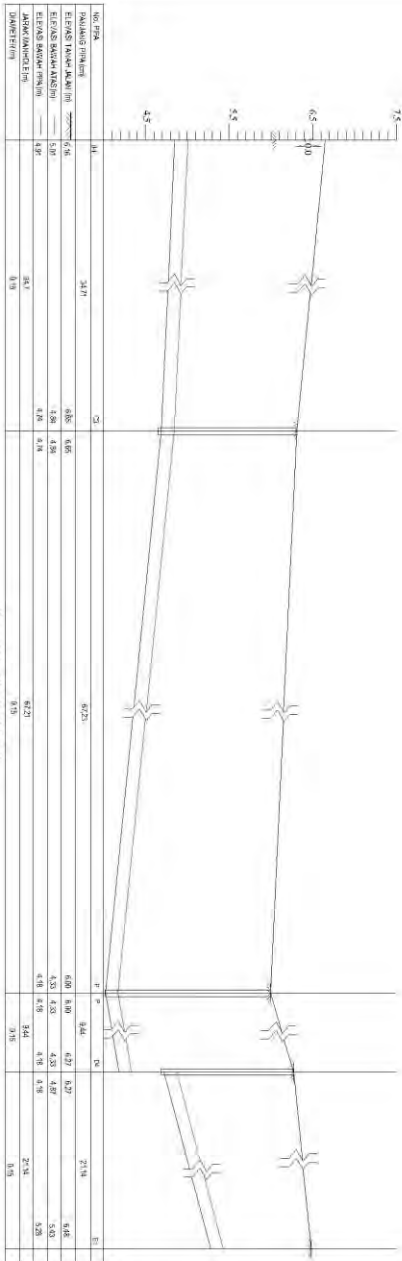
Manhole

Skala

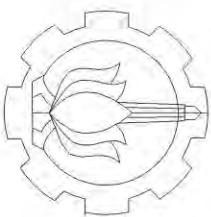
No Gambar

1:75

B-6



Pipa B4 C3-P-D4-E2



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Kajian Perencanaan Pengolahan Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Komunitas dalam  
Menyepai Unversal Access di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Rodhi Dhuha Afitanisa  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S Soedjono Dpt SE, MSc., PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01 )

Judul Gambar

Profil Hidroliis

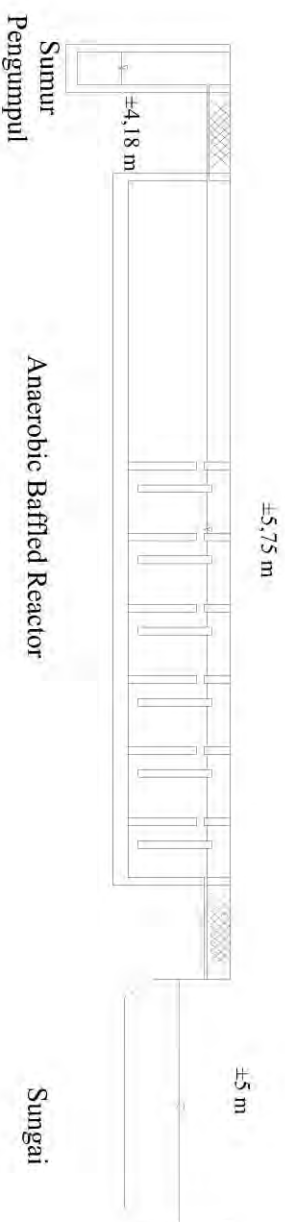
Keterangan



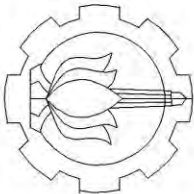
Beton  
Pipa dia. 150mm

Skala	No Gambar
-------	-----------

1:80 B-10







Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lngkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesi

Kajian Perencanaan Pengaliran Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Komunal dalam  
Menyapai Universal Access di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Rofiq Dhuha A Hanifsa  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S Soediono Dptl SE., MSc., PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01 )

Judul Gambar

Profil Hidrohis SPAL

Keterangan



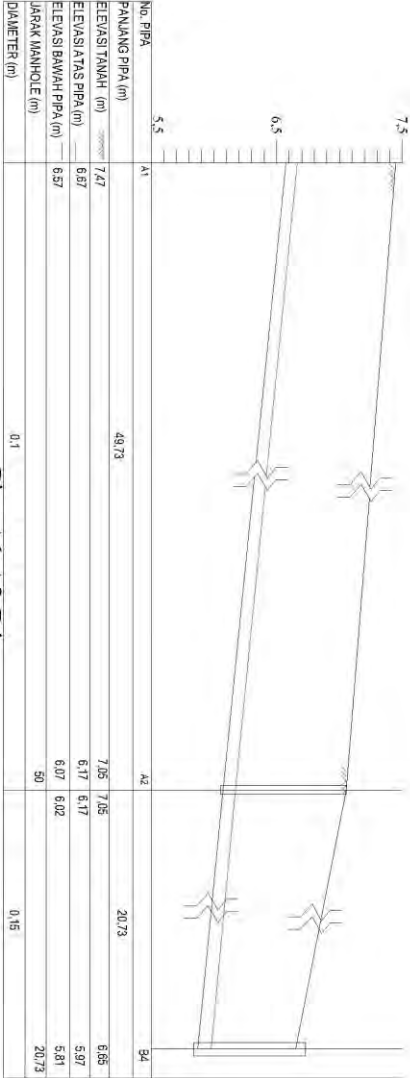
Manhole

Skala

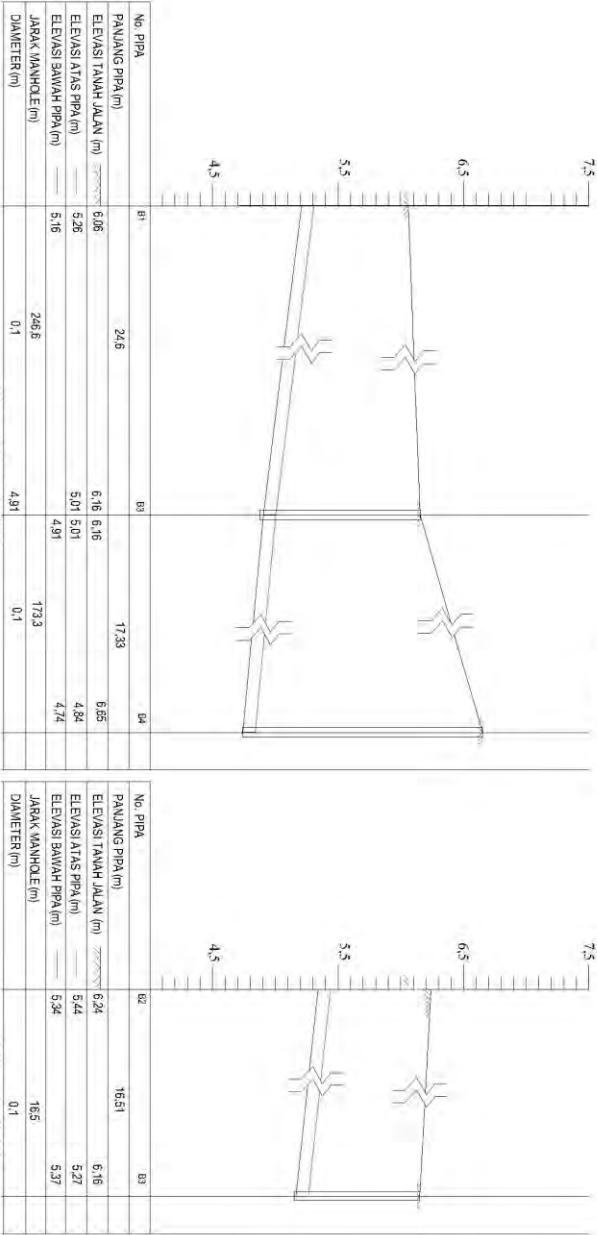
No Gambar

1:50

B-3

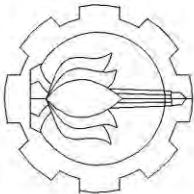


Pipa A1-A2-B4



Pipa B1-B3-B4

Pipa B2-B3



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik, Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lingkungan  
Magister Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Kajian Perencanaan Pengaliran Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Komunal dalam  
Menyapai Universal Access di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Roflu Dhuha A Hanitsu  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Edhy S Soediono Dpt SE, MSc., PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01 )

Judul Gambar

Profil Hidrois SPAL

Keterangan



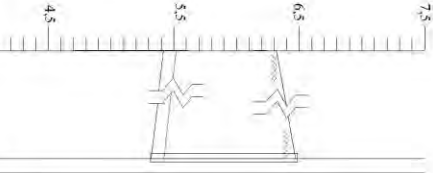
Manhole

Skala

No Gambar

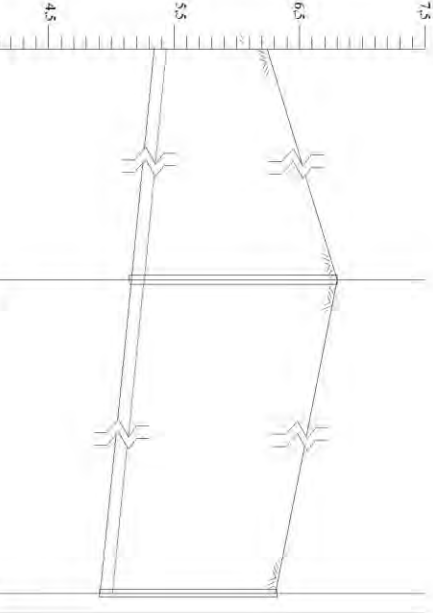
1:50

B-4



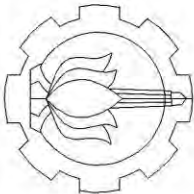
No. PIPA	E1	E2
PANJANG PIPA (m)		
ELEVASI ATAS JALAN (m)	6.52	
ELEVASI ATAS PIPA (m)	5.52	5.43
ELEVASI BAWAH PIPA (m)	5.42	5.33
JARAK MANHOLE (m)	8.64	
DIAMETER (m)	0.1	

Pipa E1-E2



No. PIPA	C1	C2	C3
PANJANG PIPA (m)	18.28		25.02
ELEVASI ATAS JALAN (m)	6.24	6.80	6.80
ELEVASI ATAS PIPA (m)	5.44	5.26	5.26
ELEVASI BAWAH PIPA (m)	5.34	5.16	5.16
JARAK MANHOLE (m)	18.2		25.02
DIAMETER (m)	0.1		0.1

Pipa C1-C2-C3



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Jurusan Teknik Lngkungan  
Mahster Teknik Sanitasi Lingkungan

Judul Tesis

Kajian Perencanaan Pengaliran Air Limbah  
Domestik dengan Sistem Kumpul Aliran  
Menyapai Universitas Asean di Kota Surabaya  
(Studi Kasus: Kecamatan Wonorejo)

Nama Mahasiswa

Rofah Dhidu A Hanitsu  
(3314 202 003)

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S Soediono Dpo SE., MSc., PhD  
(1960 03 08 1989 03 10 01 )

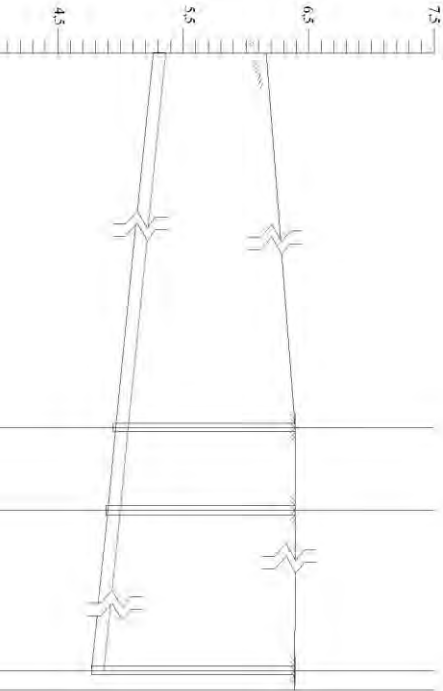
Judul Gambar

Profil Hidroliis SPAL

Keterangan



Manhole



No. PIPA				
PAUANG PIPA (m)	D1	D2	D3	D4
ELEVASI TANAH JALAN (m)	6,16	6,39	6,39	6,39
ELEVASI ATAS PIPA (m)	5,36	5,06	5,00	4,87
ELEVASI BAWAH PIPA (m)	5,34	5,16	4,90	4,77
JARAK MANHOLE (m)	29,89	6,99	12,78	
DIAMETER (m)	0,1	0,1	0,1	

Pipa D1-D2-D3-D4

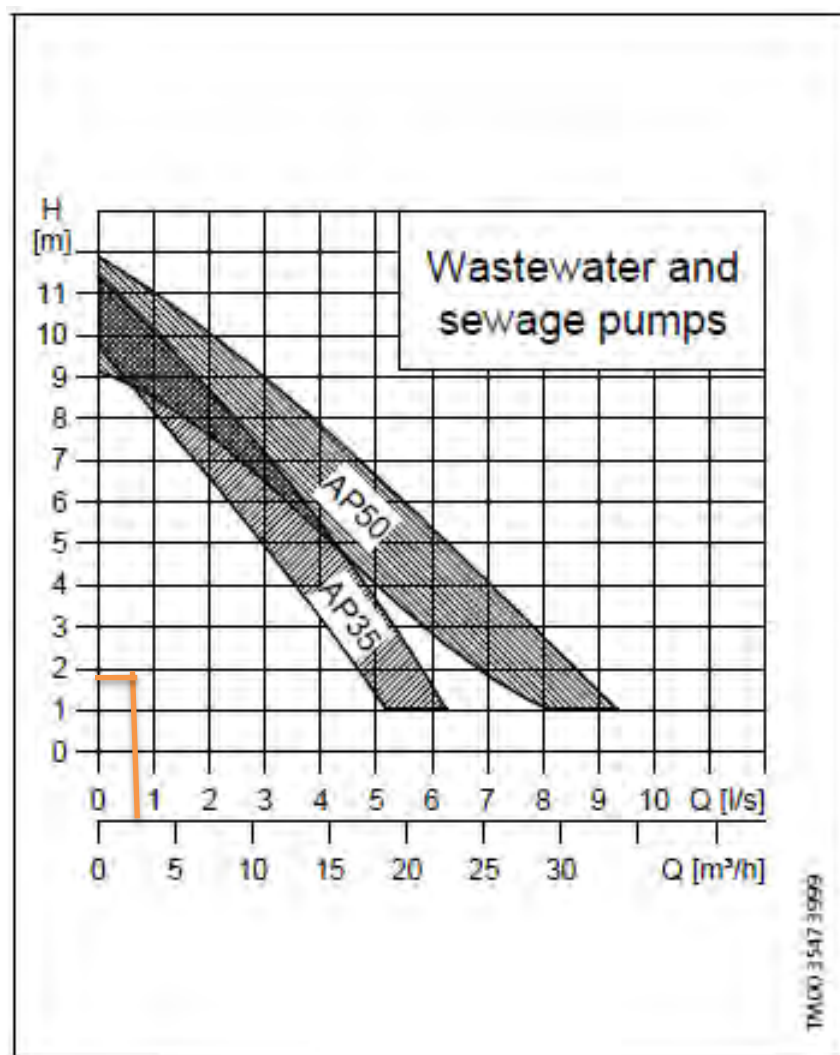
Skala

1:50

No Gambar

B-5

## GRAFIK POMPA WASTEWATER GRUNDFOS



Sumber: Grundfos data booklet  
**Kurva performa pompa air limbah**

### Spesifikasi pompa Grundfos AP35

1. Dapat digunakan untuk air limbah dari rumah tangga dari *water closet*
2. Dilengkapi dengan *veritcal discharge port* dengan dimensi 2"
3. Diameter pompa 216 mm dengan berat 11,4 Kg
4. Daya listrik 0,25 kW

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dalam analisis perencanaan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal di Kota Surabaya adalah sebagai berikut.

1. Dalam mencapai *universsal access* pada tahun 2019 pengelolaan air limbah domestik pada daerah BABS di Kota Surabaya dapat dilakukan dengan sistem *offsite* atau desentralisasi. Adapun jumlah lokasi yang dapat dibangun secara komunal sebanyak 42 lokasi di 12 kecamatan skala komunal. Perencanaan pembangunan membutuhkan dana sebesar Rp 13.229.244.000,00 yang berasal dari dana pemerintah program DAK, swadaya masyarakat dan swasta.
2. Perencanaan pembangunan pengolahan air limbah di Kecamatan Wonocolo dengan sistem komunal menggunakan unit pengolahan *anaerobic baffled reaktor* (ABR) dengan debit 57.600L/dt memiliki dimensi 11,9m x 2m x 1,8m. Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 322.130.000,00 berasal dari dana pemerintah sedangkan biaya operasional tiap bulan sebesar Rp 499.750 berasal dari iuran warga. Kemauan warga dalam membangun IPAL cukup tinggi sehingga warga harus diikutsertakan dalam perencanaan hingga pengoperasian. Dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPAL demi terciptanya kesinambungan sarana yang ada maka perlu dibentuk organisasi yang selanjutnya disebut Kelompok Pemanfaat dan Pemelihara (KPP).

#### **5.2 Saran**

Saran dari analisis perencanaan pengolahan air limbah domestik dengan sistem komunal di Kota Surabaya adalah sebagai berikut.

1. Diperlukan penyusunan DED IPAL dan SPAL dari perencanaan teknis yang lengkap terkait perencanaan pengolahan air limbah di Kota Surabaya selain Kecamatan Wonocolo.

2. Diperlukan kajian peran serta masyarakat untuk lokasi rencana pembangunan IPAL di Kota Surabaya selain Kecamatan Wonocolo, terkait dengan pengelolaan sanitasi berbasis masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. V., Sunoko, H. R., Kismartini. 2013. Status keberlanjutan sistem pengelolaan air limbah domestik komunal berbasis masyarakat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol. 11, Issue2:100-109.
- Anoraga, A.P. 2015. Strategi pengolahan air limbah domestik dengan sistem sanitasi skala lingkungan di Kecamatan Tambaksari Kota Surabaya. Tesis Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Anshar, A. S. 2014. Strategi pengolahan air limbah domestik Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya. Tesis Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Bappenas. 2015. Rencana pembangunan jangka menengah nasional 2015-2019. Jakarta
- Fauzi, A. Dan Oxtavianus, A. 2014. Pengukuran pembangunan berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, Vol. 15, No.1, Hal 68-83.
- Bappeko Surabaya. 2015. Rencana tata ruang wilayah Kota Surabaya. Surabaya.
- Djonoputro, E. R. 2011. Opsi sanitasi yang terjangkau untuk daerah spesifik. *Water and Sanitation Program: Guidance Note*.
- Guttere, B., Sasse, L., Panzerbleter, T. 2009. *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries*. United Kingdom: Water, Engineering and Development Centre (WEDC).
- Hendro, M. S. 2015. Kajian perencanaan aerobik filter dan horizontal gravel filter untuk optimalisasi ipal komunal sistem dewats Studi Kasus Dusun Karangwetan, Desa Pundungsari, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunung Kidul. Tesis. UGM Yogyakarta.
- Jones, D. 2001. *Small community wastewater cluster systems*. Purdue University Cooperative Extension Services.
- Kementerian Kesehatan. 2014. Sanitasi total berbasis masyarakat. <http://stbm-indonesia.org/monev/> (diakses tanggal 15 September 2015).

- Kemeterian Pekerjaan Umum. 2011. Tata cara rancangan sistem jaringan perpipaan air limbah terpusat tentang pedoman perencanaan. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan rakyat nomor 47/PRT/M/2015 tentang petunjuk teknis penggunaan dana alokasi khusus bidang infrastruktur. Jakarta.
- Kolompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (a). 2010. Laporan studi EHRA (Environmental Healt Risk Assesment). Surabaya.
- Kolompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (b). 2010. Buku putih sanitasi Kota Surabaya. Surabaya.
- Kolompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya (c). 2010. Strategi sanitasi Kota Surabaya. Surabaya.
- Massoud,M.A.,J.Tareen, J.Nasr, M.Jurdi, 2010. *Effectiveness of wastewater management in rural areas of developing countries: a case of Al-Chouf Caza in Lebanon*. Environ Monit Assess: 161:61–69
- Mangkoediharjo, S. 2010. *Phytotechnology integrity in environmental sanitation for sustainable development*. Journal of applied sciences reserach Vol. 3, No. 10, 1037 – 1044.
- Metcalf and Eddy. 2004. *Wastewater engineering: Treatment and reuse, 4th edition*. Macgrawhill. Newyork.
- Mukhtar. 2013. Metode praktis penelitian deskriptif kualitatif, referensi (GP Press Group. Jakarta Selatan.
- Nelson K L. 2005. *Small and decentralized systems for wastewater treatment and reuse*. Proceedings of an Iranian-American Workshop <http://www.nap.edu/catalog/11241.html>.
- Nisaa', A. F. 2015. Perencanaan penyediaan pengolahan air limbah komunal berbasis masyarakat (studi kasus: Kelurahan Ngagel Rejo Kota Surabaya). Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.



- Parkinson, J. and K.Tayler, 2003. *Decentralized Wastewater Management in Peri-urban areas in Low-income Countries*. Environmental and Urbanization Vol 15. No. 1.
- PDAM Kota Surabaya. 2105. Upaya PDAM Kota Surabaya jaga ketersediaan air minum. [http://www.pdam-sby.go.id/page.php?get=tampil\\_berita&id=562001&bhs=1#.V2tahqJq2T-](http://www.pdam-sby.go.id/page.php?get=tampil_berita&id=562001&bhs=1#.V2tahqJq2T-) (diakses tanggal 21 Juni 2016)
- Peraturan pemerintah. 2005. Pengembangan SPAM. Peraturan pemerintah no. 16 Tahun 2005. Jakarta.
- Prihandrijanti,M. dan M.Firdayati, 2011.*Current Situation ang consideration of domestic wastewater treatment system for big cities in Indonesia (Case Study : Surabaya and Bandung)*. Journal of Water Sustainability, Vol 1, Issue 2: 97-104.
- Public Utilities Department. 2015. *Sewer Design Guide*. San Diego
- Riduan. 2010. Metode dan Teknik Menyusun Tesis. Alfabeta. Bandung
- Seidenstat. 2003. *Reinventing Water and Wastewater Systems: Global Lessons for Improving Water Management*. Wiley, New York.
- Soedjono S., A. Masduki, A. Purnomo, A. T. Rumiati, M. Starki, 2010. Pilihan Teknologi untuk Pengolahan Air limbah Domestik di Daerah Peri Urban dan Pedesaan di Jawa Timur. Jurnal Purifikasi. Vol. 11, No. 2 : 177 –184.
- Soedjono, E., S., Wibowo, T., Saraswati, S., S., Keetelaar,C. 2010. Buku referensi opsi sistem dan teknologi sanitasi. Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS). Jakarta.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2005. *Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized) Wastewater Treatment Systems, EPA/832-B-05-001*. Office of Water, Washington, DC, 66 pp.
- West, S., 2001. *The Key to Successful Onsite Sewerage Service*. Sydney Water Corporation *Onsite '01* Conference Armidale, September, 2001.

## **BIOGRAFI PENULIS**



Penulis bernama Ro'du Dhuha Afrianisa, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 13 April 1993. Penulis telah melalui pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita Sedati Sidoarjo pada tahun 1996, dua tahun berikutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SDN Buncitan Sidoarjo pada tahun 1998, kemudian tahun 2004 melanjutkan ke SMPN 5 Sidoarjo dan pada tahun 2007 melanjutkan ke SMA Trimurti Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2010 hingga selesai selama 4 tahun penulis melanjutkan jenjang sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya. Pada tahun 2014 penulis mendapatkan kesempatan untuk melanjutkan untuk belajar di Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya. Selama kuliah penulis pernah bekerja di konsultan sebagai staf tenaga ahli lingkungan bagian advisory perencanaan penyediaan air minum di Satker PKPAM Jawa Timur. Segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan kepada penulis terkait tugas akhir ini dapat disampaikan melalui email [rodudhuha@gmail.com](mailto:rodudhuha@gmail.com).